



Программа составлена:

д.филос.н., проф., зав.кафедрой философии Черемных Н.М.;  
к.филос.н., профессором кафедры философии Клишиной С.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры философии

«23» \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол №\_10\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 - Биотехнология, с рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой философии РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Программа относится к базовой части 1 блока дисциплин учебного плана (Б1.Б.02) и рассчитана на изучение в течение одного семестра на 1 году обучения.

**Цель дисциплины «Философия»** – сформировать у студентов комплексное представление о роли и месте философии в системе гуманитарных, социальных и естественных наук, познакомить их с основами философского знания, необходимыми для решения теоретических и практических задач.

Обозначенной целью определяются следующие **задачи дисциплины**:

- формирование научных основ мировоззрения студентов;
- формирование навыков логического, методологического и философского анализа развития и функционирования различных сфер жизни общества, его социальных институтов;
- формирование умений использовать философские знания в профессиональной деятельности будущих специалистов;
- формирование творческого мышления, самостоятельности суждений, интереса к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Дисциплина «Философия» читается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общекультурных компетенций:

- способности использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6).

В результате освоения дисциплины студент бакалавриата должен:

**знать:** основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей, связь историко-философских концепций с современными проблемами индивидуальной и общественной жизни;

**уметь:** понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни; грамотно вести дискуссию, анализировать особенности межкультурного взаимодействия, обусловленные различием этических, религиозных и ценностных систем, опираясь на наработанный в истории философии материал; применять полученные философские знания к решению профессиональных задач;

**владеть:** представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом изучаемой дисциплины, философскими методами анализа различных проблем, навыками философской культуры для выработки системного,

целостного взгляда на действительность и место химии и химической технологии в целостной картине мира.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

| Виды учебной работы                                    | ЗЕ             | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
|--|----------------|------------|------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>5</b>       | <b>180</b> | <b>135</b> |
| <b>Контактная работа (КР):</b>                         | <b>1,33</b>    | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции (Лек)   | 0,89           | 32         | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,44           | 16         | 12         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>2,67</b>    | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 2,67           | 96         | 72         |
| <b>Вид контроля:</b>                                   | <b>Экзамен</b> |            |            |
| <b>Экзамен</b>   | <b>1</b>       | <b>36</b>  | <b>27</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1              | 0,4        | 0,3        |
| Подготовка к экзамену                                  |                | 35,6       | 26,7       |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

Курс «Философии» состоит из двух частей – «История философии» и «Философия: основные проблемы».

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины   | Часов       |        |                |                |         |
|-------|---|-------------|--------|----------------|----------------|---------|
|       |   | Всего часов | Лекции | Практ. занятия | Самост. работа | Экзамен |
| 1     | История философии   | 94          | 18     | 10             | 66             |         |
| 1.1   | Введение. Философия, ее происхождение и роль в обществе       | 12          | 2      | 2              | 8              |         |
| 1.2   | Раздел 1. Основные философские школы                          |             |        |                |                |         |
| 1.2.1 | Античная философия  | 14          | 2      | 2              | 10             |         |
| 1.2.2 | Основные проблемы средневековой философии и эпохи Возрождения | 10          | 2      | -              | 8              |         |
| 1.2.3 | Философия Нового времени. Идеология Просвещения               | 12          | 2      | 2              | 8              |         |
| 1.2.4 | Немецкая классическая философия                               | 12          | 2      | 2              | 8              |         |
| 1.2.5 | Русская философия   | 10          | 2      | -              | 8              |         |
| 1.2.6 | Основы марксистской философии                                 | 10          | 2      | -              | 8              |         |
| 1.2.7 | Основные направления современной философии                    | 14          | 4      | 2              | 8              |         |
| 2     | Философия: основные проблемы                                  | 50          | 14     | 6              | 30             |         |

|     |  |     |    |    |    |    |
|-----|--|-----|----|----|----|----|
| 2.1 | Раздел 2. Философские концепции бытия и познания             | 14  | 4  | 2  | 8  |    |
| 2.2 | Раздел 3. Проблемы человека в философии                      | 14  | 4  | 2  | 8  |    |
| 2.3 | Раздел 4. Философия истории и общества                       | 14  | 4  | 2  | 8  |    |
| 2.4 | Раздел 5. Философские проблемы химии и химической технологии | 8   | 2  | -  | 6  |    |
|     | Подготовка к экзаменам                                       | 36  |    |    |    | 36 |
|     | Всего часов  | 180 | 32 | 16 | 96 | 36 |

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

### 1. ИСТОРИЯ ФИЛОСОФИИ

#### **Введение. Философия, ее происхождение и роль в обществе.**

Возникновение философии в древних цивилизациях: Индии, Китае, Греции в VI веке до н. э. Мифология и зачатки научного знания как предпосылки философии. Социальные условия возникновения философии.

Философия как особая форма общественного сознания. Философия и другие формы общественного сознания: политика, право, мораль, религия, искусство. Философия и философские дисциплины (логика, этика, эстетика, философия права и т.д.).

Объекты и предмет философии. Изменение предмета философии в различные исторические эпохи. Философия и идеология. Философия как рационально оформленная система взглядов человека на мир, на себя и на свое место в мире.

Роль философии в формировании теоретического мировоззрения. Методологическая функция философии. Философия и ценности. Связь историко-философских концепций с современными проблемами межкультурного взаимодействия.

#### **Раздел 1. Основные философские школы.**

##### **1.1. Античная философия (досократики, софисты, Сократ, Демокрит, Платон, Аристотель, эллинистически-римская философия)**

Поиски первоначал бытия в греческой натурфилософии. Проблема единого и многого. Милетская школа. Пифагор и философия числа. Элейская школа Ксенофана и Парменида. Тожество бытия и мышления. Аргументы Зенона против движения.

Софисты и Сократ. Философия как образ жизни.

Атомы и пустота как первоначала бытия у Демокрита. Значение Демокрита в развитии древнегреческого и последующего материализма.

Учение Платона о бестелесных «видах» («идеях») как учение объективного идеализма. «Бытие» («идеи»), «небытие» («материя») и мир чувственных вещей. Дуализм души и тела. Учение Платона о знании. Учение о государстве и о воспитании.

Учение Аристотеля о четырех причинах (началах). Натурфилософия Аристотеля, его физика и космология. Логика Аристотеля. Учение об обществе и государстве. Психология и этика Аристотеля.

Эллинистическая философия. Эпикуреизм, стоицизм, скептицизм как итог всей истории античной философии.

##### **1. 2. Основные проблемы средневековой философии и эпохи Возрождения.**

Возникновение христианства, его влияние на общество и философию. Истоки христианской философии. Основные этапы развития средневековой философии: патристика и схоластика.

Патристика. Креационизм (идея творения) – основа патристической онтологии. Философия Августина. Проблема соотношения знания и веры. Учение Августина о личности.

Схоластика. Философия Фомы Аквинского – попытка приспособить философию Аристотеля к учению католической церкви. Учение о гармонии разума и веры. «Естественная теология» Фомы Аквинского и его «доказательства» бытия Бога.

Борьба номинализма и реализма: Ансельм Кентерберийский, Пьер Абеляр, Фома Аквинский, Иоанн Дунс Скот, Уильям Оккам.

Философия гуманизма. Натурфилософия и диалектика Возрождения (Николай Кузанский, Пико делла Мирандола, Эразм Роттердамский, Мишель Монтень, Джордано Бруно). Социально-политические учения (Никколо Макиавелли, Томас Мор, Томмазо Кампанелла).

### **1.3. Философия Нового времени (XVII – XVIII вв.) Идеология Просвещения**

Эмпиризм и рационализм – основные направления философии Нового времени. Ф. Бэкон – основоположник эмпиризма. Роль методологии в научном познании. Разработка индуктивного метода. Учение о призраках ума. Классификация наук. Социально-политические идеи. Р. Декарт – основоположник рационализма Нового времени. Учение о методе. Дуализм Декарта – учение о двух субстанциях.

Линия эмпиризма (Т. Гоббс, Дж. Локк, Дж. Беркли, Д. Юм). Теория общественного договора Т. Гоббса.

Дж. Локк. Учение о чувственном опыте как единственном источнике знания (сенсуализм). Критика Локком учения о врожденных идеях. Теория первичных и вторичных качеств. Социально-политические взгляды Локка.

Дж. Беркли. Критика понятия субстанции. Утверждение о субъективности первичных качеств. Вещи как «комплексы ощущений».

Давид Юм – основоположник принципов новоевропейского скептицизма. Критика Юмом понятия объективной причинности.

Линия рационализма (Б. Спиноза, Г. Лейбниц). Учение Спинозы о субстанции, монизм и пантеизм; учение о человеке, свободе и необходимости. Учение о монадах Г. Лейбница. Идеализм и априоризм теории познания Лейбница.

Философия эпохи Просвещения. Основные представители французского материализма XVIII века: Ж. Ламетри, Д. Дидро, К. Гельвеций, П. Гольбах. Основные черты французского материализма. Социально-политические идеи мыслителей эпохи Просвещения.

### **1.4. Немецкая классическая философия**

Немецкая классическая философия (Кант, Фихте, Шеллинг, Гегель) – общая характеристика.

И. Кант. Докритический и критический периоды в творчестве Канта. «Критика чистого разума» – учение о возможностях человеческого разума. «Коперниканский переворот» в философии. Учение Канта о «вещах в себе» и «явлениях». Познавательные способности человека: чувственность, рассудок и разум. «Критика практического разума» – учение Канта о нравственности; кантовский категорический императив. «Критика способности суждения» как попытка преодолеть разрыв между миром сущего и миром должного. Кант и телеология. Учение Канта о прекрасном, вкусе, гении.

Философия Фихте. Особенности философии Шеллинга.

Г. Гегель. Объективный идеализм и диалектика. Учение о саморазвитии абсолютной идеи. Основные черты гегелевской диалектики. Законы и категории диалектики. Учение об историческом прогрессе, государстве, праве и свободе.

Антропологический материализм Л. Фейербаха.

### **1.5. Русская философия XIX – XX вв.**

Западники и славянофилы. Спор о путях развития России и его современное наполнение. Материализм русских революционных демократов и их борьба против идеализма (Белинский, Герцен, Огарев, Чернышевский, Добролюбов, Писарев).

Историософия Константина Леонтьева.

Вл. Соловьев. Мистико-максималистская проповедь «теургического делания», призванного к «избавлению» материального мира от разрушительного воздействия времени и пространства, преобразованию его в «нетленный» космос красоты. Теократическая утопия. Философская доктрина «всеединства» и религиозно-поэтическое учение о Софии.

Бердяев Н.А. – представитель персонализма и экзистенциализма. Учение о свободе. Творчество, преодолевающее отчуждение и внеположенность объектов человеку. Личность как средоточие всех душевных и духовных способностей человека, его «внутренний экзистенциальный центр». Конфликт между личностью и объективацией – главное содержание учения Бердяева о человеке и обществе.

«Конкретная метафизика» П. А. Флоренского.

Русский философский космизм конца XIX – начала XX веков (Н. Федоров, Вл. Соловьев, К. Циолковский, П. Флоренский, А. Чижевский, В. Вернадский и др.).

Социокультурные особенности и традиции русского народа.

## **1.6. Основы марксистской философии**

Учение Маркса об отчуждении. Отчуждение родовой сущности человека. Отчуждение от собственности на средства производства, отчуждение от организации труда, в процессе труда, в распределении, обмене (товарный фетишизм). Отчуждение не только рабочего, но и собственника средств производства. Самоотчужденность. Отчужденность социальных институтов. Преодоление отчуждения.

Сущность материалистического понимания истории: определяющая роль производственных отношений. Закон возрастания роли народных масс в историческом процессе. Понятие общественно-экономической формации. Базис и надстройка. Теория классовой борьбы. Марксизм и современность.

Концепция человека и личности в марксизме.

## **1.7. Основные направления современной философии**

Позитивизм и неопозитивизм. Актуальные философско-методологические проблемы: роль знаково-символических средств научного мышления, отношение теоретического аппарата и эмпирического базиса науки, природа и функция математизации и формализации знания.

Постпозитивизм. Понятие «критический рационализм». Фальсификационизм и антикумулятивизм Поппера. Принцип «фаллибилизма». Способ выдвижения гипотез. Метод проб и ошибок. Концепция научных революций Куна. Понятие научного сообщества и научной парадигмы. Понимание истины у Куна.

Герменевтика. Основные проблемы: герменевтический круг, традиция, авторитет, языковость и др. Герменевтика как методологическая основа гуманитарного знания.

Иррационалистическая философия. А. Шопенгауэр. Учение о воле.

Ф. Ницше и философия жизни. Экзистенциализм. Основные экзистенциалы: экзистенция, присутствие, время, страх, свобода, заброшенность, пограничная ситуация.

Фрейдизм и неофрейдизм. Постмодернизм.

## **2. ФИЛОСОФИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

### **Раздел 2. Философские концепции бытия и познания**

Онтология и ее предмет. Бытие и небытие как фундаментальные категории онтологии. Проблема бытия в истории философии.

Проблема материи и субстанции в философии. Бытие, материя, природа: различие и связь. Понятия материального и идеального. Понятие материи в современной науке и философии. Основные философские направления: материализм и идеализм. Монистические, дуалистические и плюралистические концепции бытия.

Научные, религиозные и философские картины мира. «Вторая», искусственная природа. Экологическая философия. Биоэтика. Принцип глобального эволюционизма в современной научной картине мира.

Структурная и динамическая организация бытия. Движение и развитие. Формы движения материи. Диалектика как философская концепция развития. Детерминизм и индетерминизм. Законы динамические и статистические. Вероятностная картина мира. Виртуальная реальность и ее особенности.

Концепции пространства и времени в истории философии и науки.

Эволюция понятий «дух», «душа», «сознание». Проблемы духа и материи. Проблема происхождения сознания. Роль труда в происхождении сознания. Идеалистические и материалистические концепции сознания. Сознание и мозг. Психофизическая проблема. Сознательное и бессознательное. Сознание и язык. Сознание и самосознание. Сознание и кибернетика. Компьютер и человек. Формализованные языки, машинные языки.

Предмет гносеологии. Концепции гносеологии в истории философии: сенсуализм, рационализм, скептицизм, агностицизм, концепция врожденных идей, априоризм. Субъект и объект познания. Познание, творчество, практика. Вера и знание. Диалектика познания: чувственное и рациональное. Интуиция и творчество. Понимание и объяснение.

Проблема истины. Основные теории истины. Классическая теория истины и ее альтернативы (конвенционализм, когерентная, корреспондентская, «экономии мышления», религиозные концепции, прагматическая, марксистская). Типология критериев истины.

### **Раздел 3. Проблемы человека в философии**

Человек как предмет философского анализа в истории философии. Происхождение человека: природные и социальные условия антропосоциогенеза. Человек, общество, культура. Человек и природа. Биологическое и социальное в человеке. Биологизаторство и социологизаторство. Биология человека в эпоху НТР. Человек в информационной цивилизации.

Человек в системе социальных связей. Сущность человека. Представление о совершенном человеке в различных культурах. Индивид, индивидуальность, личность.

Смысл жизни и предназначение человека. Жизнь, смерть, бессмертие. Насилие и ненасилие. Движение ненасилия, его судьба и роль в современной жизни. Цели и ценности. Свобода воли и ответственность личности. Нравственные, религиозные, эстетические ценности. Свобода совести. Мораль, справедливость, право.

Современная философская антропология. Интеграция знаний о человеке. Иррационалистическая трактовка человека. Человек в философии постмодернизма.

### **Раздел 4. Философия истории и общества**

Человек в системе социальных связей. Человек и исторический процесс. Личность и массы, свобода и необходимость.

Философия истории: формационная и цивилизационная концепции исторического развития. Прогрессистские и циклические модели развития. Современная идеология прогресса. Глобальные проблемы современности. Концепция устойчивого развития и сценарии будущего. «Ловушки» прогресса. Технологический детерминизм. Теория информационного роста (А.Тоффлер, Э. Масуда, М. Мак-Люэн). Идея «конца истории» и ее критика.

Природа и общество, различие и связь. Общество и его структура. Социальная, политическая и духовная сферы общества. Концепции государства в истории философской мысли. Политика и власть. Сущность, типы и формы государства. Гражданское общество и правовое государство. Современная олигархия. Государство и партии. Политические

режимы и права личности. Современный фашизм. Либерализм, демократия, правовое государство.

### Раздел 5. Философские проблемы химии и химической технологии

Научное и вненаучное знание. Критерии научности. Структура научного знания, его методы и формы. Рост научного знания. Научные революции и смена типов рациональности. Наука в современном мире. Этика науки и ответственность ученого.

Проблема соотношения науки и техники. Социальные последствия научно-технического прогресса. Сциентизм и антисциентизм. Этические и экологические императивы развития науки и техники.

Место химии в системе естественных наук. Основная проблема химии как науки и производства. Эволюция основной проблемы химии и способов ее решения. Специфика химизма.

Эволюция, цели и задачи химической технологии. Специфика химико-технологического знания: фундаментальное и прикладное, эмпирическое и теоретическое.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раз-дел 1 | Раз-дел 2 | Раз-дел 3 | Раз-дел 4 | Раз-дел 5 |
|----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|    | Знать  |           |           |           |           |           |
| 1. | основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей   | +         | +         | +         | +         | +         |
| 2  | связь историко-философских концепций с современными проблемами индивидуальной и общественной жизни;  | +         | +         | +         | +         | +         |
|    | Уметь  |           |           |           |           |           |
| 3  | понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни   |           | +         | +         | +         | +         |
| 4  | грамотно вести дискуссию, анализировать особенности межкультурного взаимодействия, обусловленные различием этических, религиозных и ценностных систем, опираясь на наработанный в истории философии материал | +         |           |           | +         | +         |
| 5  | применять полученные философские знания к решению профессиональных задач   |           |           |           | +         | +         |
|    | Владеть  |           |           |           |           |           |
| 6  | представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания, а также основами философского мышления   | +         | +         | +         | +         | +         |
| 7  | категориальным аппаратом изучаемой дисциплины  |           | +         | +         | +         | +         |
| 8  | философскими методами анализа различных проблем,   |           |           | +         | +         | +         |

|    |   |  |   |   |   |   |
|----|---|--|---|---|---|---|
| 9  | навыками философской культуры для выработки системного, целостного взгляда на действительность и место химии и химической технологии в целостной картине мира |  | + | + | + | + |
|    | Общекультурными компетенциями (ОК)  |  |   |   |   |   |
| 10 | способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1).  |  |   |   |   |   |
| 11 | - способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6).  |  |   |   |   |   |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Примерные темы практических занятий по дисциплине

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                     | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1.1                  | Философия, ее происхождение и роль в обществе | 2    |
| 2     | 1.2.1                | Античная философия                            | 2    |
| 3     | 1.2.3                | Философия Нового времени. Эпоха Просвещения.  | 2    |
| 4     | 1.2.4                | Немецкая классическая философия               | 2    |
| 5     | 1.2.7                | Основные направления современной философии    | 2    |
| 6     | 2.1                  | Философские концепции бытия и познания        | 2    |
| 7     | 2.2                  | Проблемы человека в философии                 | 2    |
| 8     | 2.3                  | Философия истории и общества                  | 2    |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и подготовку к практическим занятиям и выполнению контрольных, домашних работ и тестовых заданий по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами;
- участие в олимпиаде по философии и студенческой конференции;
- написание рефератов и эссе;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка – 40 баллов), реферата (максимальная оценка – 20 баллов) и итогового контроля в форме экзамена.

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

1. Философия и мифология: связь и различие.
2. Понятие мировоззрения. Структура мировоззрения.
3. Социально-политическая жизнь в Древней Греции и ее влияние на философию.
4. Решены ли парадоксы Зенона?
5. Атомистическая теория Левкиппа и Демокрита и современный атомизм.
6. Сократ и мы. Уроки философии Сократа.
7. Платон о смысле любви. Диалог «Пир».
8. Физика Аристотеля и современная физика.
9. Эпикурейский идеал добродетельной и счастливой жизни.
10. Университеты и образование в Средние века.
11. Модель человека в христианской философии.
12. Натурфилософия Возрождения. Пантеизм.
13. Алхимия в контексте средневековой культуры.
14. Н. Макиавелли. Трактат «Государь».
15. Научная революция XVII века и ее особенности.
16. Галилео Галилей как ученый и философ.
17. От алхимии – к научной химии. Творчество Роберта Бойля.
18. Учение Д. Локка о первичных и вторичных качествах в свете современной химии. .
19. Вольтер и свободомыслие в эпоху Просвещения.
20. Руссо и Робеспьер. Руссо о «ловушках» демократии.
21. Жизнь и творчество Иммануила Канта.
22. «Категорический императив» И. Канта и его современное значение.
23. Н.А. Бердяев об особенностях русского национального характера.
24. Модель истории в философии Н.Я. Данилевского. Россия и Европа.
25. Русский космизм и концепция устойчивого развития современного общества.
26. Философские идеи ранних работ К. Маркса и Ф. Энгельса.
27. А. Шопенгауэр. Жизнь между страданием и скукой.
28. Ф. Ницше о человеке и сверхчеловеке. Критика морали и христианства.
29. З. Фрейд: сознание, бессознательное и поведение человека.
30. Учение о свободе в философии Ж.-П. Сартра.
31. Философский смысл романа «Чужой» и повести «Падение» А. Камю.
32. Принцип верификации и его роль в науке и философии.
33. Парадигмы Т. Куна и логика развития химии.
34. Мировоззренческий смысл понятий бытия и небытия.
35. Современная физика о видах материи и их взаимосвязи.
36. Является ли вакуум материей?
37. Виртуальная реальность – реальность ли?
38. Проблема реальности различных форм пространства и времени. Можно ли говорить о химическом времени?
39. Хаос и космос. Термодинамика неравновесных систем И. Пригожина. Проблема самоорганизации.
40. Проблемы духовной жизни современной молодежи.
41. Проблема создания искусственного интеллекта.
42. Классическая концепция истины и ее современные варианты.
43. Модель будущего человека в антиутопиях Замятина, Хаксли, Оруэлла.
44. Современная музыка и ее влияние на духовную жизнь молодежи.

45. Психоделическая революция. Проблема наркотиков в современном мире.
46. Ж.-П. Сартр: онтология свободы и ответственности.
47. Проблема свободы и смысла жизни в эссе А. Камю «Миф о Сизифе».
48. Смысл жизни, смерть и бессмертие.
49. Феномен «массового человека» в работе Х. Ортеги-и-Гассета «Восстание масс».
50. Феномен «одномерного человека» в одноименной работе Г. Маркузе.
51. Геополитическая философия Л.Н. Гумилева.
52. Особенности информационной цивилизации.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (1 контрольная работа по первому разделу, 2 контрольная работа – по разделам 2-3, 3 контрольная работа – по разделам 4-5). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 40 баллов.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**

### **Вариант 1.**

- 1. Какое из следующих положений точнее выражает сущность мировоззрения?**
  - а) совокупность естественнонаучных и гуманитарных знаний;
  - б) научная картина мира;
  - в) общее понимание мира и смысла человеческой жизни
- 2. Родиной термина «философия» является ...**
  - а) Древняя Индия
  - б) Древний Китай
  - в) Древняя Греция
  - г) Древний Рим
- 3. Кто из философов первым употребил термин «философия»?**
  - а) Сократ
  - б) Пифагор
  - в) Гераклит
  - г) Платон
- 4. Мудрецы говорили, что небо, земля, Боги и люди поддерживаемы порядком, и именно поэтому все это они называли космосом. О каких мудрецах здесь идет речь?**
  - а) пифагорейцы;
  - б) элеаты;
  - в) атомисты.
- 5. «Морская вода - чистойшая и грязнейшая: рыбам она питательна и спасительна, людям же она не пригодна для питья и пагубна». Кому из античных философов принадлежит это высказывание?**
  - а) Платону;
  - б) Гераклиту;
  - в) Пармениду.
- 6. Кто из перечисленных философов не принадлежал к Милетской школе?**
  - а) Фалес
  - б) Гераклит
  - в) Анаксимандр
  - г) Анаксимен
- 7. Какому философу античности принадлежит следующее высказывание: «Одно и то же есть мысль и то, о чем мысль существует.»**

**Ибо ведь без бытия, в котором ее выражение, мысли тебе не найти»?**

- а) Гераклиту;
- б) Фалесу;
- в) Пармениду.

**8. Известный американский физик, лауреат Нобелевской премии Ричард Фейнман, имея в виду греческую философию, писал: «Если бы в результате какой-то мировой катастрофы все накопленные научные знания оказались бы уничтоженными и к грядущим поколениям ...перешла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию?» Какое суждение древних имел в виду Фейнман?**

- а) Познай самого себя
- б) Вода есть наилучшее
- в) Все тела состоят из атомов
- г) Число есть самое мудрое из вещей

**9. Вычеркните лишнее имя...**

- а) Фалес
- б) Анаксимандр
- в) Гераклит
- г) Анаксимен

**10. Кто автор определения «человек – политическое животное»?**

- а) Сократ
- б) Платон
- в) Аристотель
- г) Эпикур

### **Вариант 2.**

**1. «Познай самого себя». Какой философ сделал это девизом своей школы?**

- а) Фалес
- б) Сократ
- в) Пифагор
- г) Аристотель<sup>2</sup>

**2. Кто из названных философов впервые ставит проблему человека в центр интересов?**

- а) Фалес
- б) Гераклит
- в) Сократ
- г) Платон

**3. Кому принадлежит идея познания как припоминания (анамнесис)?**

- а) Демокриту
- б) Гераклиту
- в) Пифагору
- г) Платону

**4. Античный философ, создавший логику как науку...**

- а) Платон
- б) Сократ
- в) Парменид
- г) Аристотель

**5. Христианское понимание смысла жизни заключается в...**

- а) материальном обогащении
- б) спасении
- в) преобразовании мира
- г) накоплении знаний

**6. IX – XIV вв. средневековой европейской философии называют этапом...**

- а) апологетики
- б) схоластики
- в) патристики
- г) софистики

**7. В основе философии Дж. Бруно лежит...**

- а) натурализм
- б) гедонизм
- в) пантеизм
- г) деизм

**8. Автор работы «Государь»...**

- а) Томас Мор
- б) Эразм Роттердамский
- в) Никколо Макиавелли
- г) Томмазо Кампанелла

**9. Автор знаменитой «Исповеди», великий христианский мыслитель...**

- а) Иоанн Росцеллин
- б) Аврелий Августин
- в) Фома Аквинский
- г) Уильям Оккам

**10. Идейное течение, появившееся в эпоху Возрождения, называется...**

- а) персонализмом
- б) космизмом
- в) гуманизмом
- г) утилитаризмом

### Вариант 3

**1. Философские течения, оформившиеся в Новое время, называются...**

- а) материализм – идеализм
- б) диалектика – метафизика
- в) эмпиризм – рационализм

**2. Кому из философов Нового времени принадлежит изречение «Мыслю, следовательно, существую»?**

- а) Ф.Бэкону
- б) Д. Локку
- в) Р. Декарту
- г) Д. Беркли

**3. Демокрит считал, что «мнимы боль, горький вкус, жара, холод, цвет, истинны лишь атомы и пустота». Какую теорию Локка превосхитил Демокрит своим знаменитым высказыванием?**

- а) теорию познания
- б) теорию первичных и вторичных качеств;
- в) теорию врожденных идей.

**4. «Нет ничего в разуме, чего первоначально не было бы в чувствах». Принципом какой философской позиции является это высказывание Дж. Локка?**

- а) рационализма;
- б) сенсуализма;
- в) материализма

**5. Автором работы «Левифан» является...**

- а) Ф. Бэкон
- б) Б. Спиноза
- в) Т. Гоббс
- г) Дж Беркли

6. Кому принадлежит высказывание «Не плакать, не смеяться, не негодовать, а понимать»?
- а) Т. Гоббсу
  - б) Дж. Беркли
  - в) Б. Спинозе
7. Автор «Трактата о началах человеческого знания»...
- а) Т. Гоббс
  - б) Р. Декарт
  - в) Дж. Беркли
  - г) Д. Юм
8. Договорная теория происхождения государства разработана...
- а) Сократом, Платоном, Аристотелем
  - б) Дидро, Гельвецием, Гольбахом
  - в) Гоббсом, Локком, Руссо
  - г) Марксом, Энгельсом, Лениным
9. В качестве подлинно научного метода познания Ф. Бэкон утверждает ...
- а) дедукцию
  - б) обобщение
  - в) индукцию
10. Заблуждения человеческого ума Ф. Бэкон назвал...
- а) эйдосами
  - б) идолами
  - в) феноменами

Разделы 2-3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

### Вариант 1

*Понятия бытия и небытия впервые появляются в философии ...*

Гераклита  
Парменида  
Платона

*Материалистами были...*

Платон  
Демокрит  
Гегель  
Маркс

*Идеалистами были...*

Спиноза  
Платон  
Беркли  
Фома Аквинский

*С позиций марксистской философии материя есть...*

субстанция природы  
все, что нас окружает  
комплекс ощущений  
объективная реальность, данная в ощущениях

*Что из перечисленного не является материальным?*

свет  
эмоции  
вакуум

- научные законы
- Что из перечисленного не является атрибутом материи?**  
 пространственная протяженность  
 движение  
 несотворимость и неуничтожимость  
 мышление
- Какое суждение верно?**  
 движение абсолютно, а покой относителен  
 движение и покой и абсолютны, и относительны в зависимости от системы отсчета  
 покой есть частный случай движения
- Развитие – это.....**  
 всякое изменение  
 регресс  
 прогрессивное изменение  
 направленное, необратимое изменение
- Три основных закона диалектики сформулировал...**  
 Гераклит  
 Кант  
 Гегель  
 Маркс
- С точки зрения Ньютона время – это.....**  
 вечность  
 форма чувственного созерцания  
 абсолютная, не зависящая материи длительность  
 форма бытия движущейся материи

## Вариант 2

- Какой из этих атрибутов является атрибутом сознания...**  
 пространственная протяженность  
 масса  
 мышление  
 неуничтожимость
- Сознание считается материальным в концепциях:**  
 вульгарного материализма  
 марксизма  
 идеализма
- Кто сделал бессознательное предметом анализа:**  
 Кант  
 Ницше  
 Фрейд
- Сомнение в возможности человека получить истинные знания высказывали...**  
 идеалисты  
 скептики  
 агностики
- Какую позицию выражает гносеологический материализм?**  
 мышление тождественно бытию  
 познание есть самопознание духа  
 познание есть отражение бытия (материи)
- Отражение какого-либо одного свойства предмета есть...**  
 восприятие

понятие  
ощущение

**К какому виду относится умозаключение, в котором степень общности посылок больше степени общности вывода:**

индуктивное  
дедуктивное  
традуктивное

**Корреспондентская теория истины утверждает, что истина – это.....**

согласие по поводу знания  
вера  
знание, соответствующее реальности  
знание, приносящее практическую пользу

**Какой концепции истины отвечает высказывание Платона: «...тот, кто говорит о вещах в соответствии с тем, каковы они есть, говорит истину, тот же, кто говорит о них иначе, - лжет...»:**

классической  
прагматической  
конвенционалистской

**Что из перечисленного не является формой научного знания....**

эмпирические факты  
законы  
гипотезы и теории  
обыденный опыт

**Разделы 4-5. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

1. Аристотель писал, что человек – это политическое животное. Исчерпывается ли сущность человека таким определением?
2. Разделены ли по времени антропогенез и социогенез?
3. Ницше писал, что человек произошел от больной обезьяны. Что имел в виду Ницше?
4. Как назвал современного человека Герберт Маркузе в одноименном трактате? Что он имел в виду?
5. Что означает феномен «массового человека» в современной философии и культуре?
6. Итальянский врач Чезаре Ломброзо считал, что преступники обладают врожденными анатомо-физиологическими предопределенностями. О каких предопределенностях будущих преступников писал Ломброзо и какую концепцию в трактовке человека он представлял?
7. Основоположник теории утилитаризма в этике Иеремия Бентам считал, что фундаментальный вопрос нравственности прост: приносит ли мне какой-то поступок удовольствие. Прокомментируйте это мнение.
8. Согласно распространенной трактовке утилитаризма, лучше быть счастливой свиньей, чем несчастливым философом. Вызывает у вас такая мысль протест? Если – да, то почему?
9. А. Эйнштейн писал: «Только нравственность в наших поступках придает красоту и достоинство нашей жизни». Какой этической концепции соответствует такая позиция?
10. Означает ли факт частого нарушения правил и канонов этики, что эти правила не являются истинными?
11. Как вы понимаете афоризм Пифагора: «Не гоняйся за счастьем, оно всегда в тебе самом»?
12. Способность человека думать о своей смерти – это признак малодушия или смелости?
13. Что такое аксиология?
14. Каковы представления о ценностях в античности? В христианстве?

15. Каков вклад Канта в учение о ценностях?
16. Русский религиозный философ, священник Павел Флоренский писал: «Лицо меняется, лик – нет». Как вы понимаете это высказывание?
17. Как вы понимаете слова Ж.- П. Сартра «Человек есть проект самого себя»?
18. Есть ли основания считать, что появление человека неразрывно связано с развитием жизни на Земле?
19. Что означает выражение «личностью не рождаются, личностью становятся»?
20. Когда возникла философская антропология как самостоятельная отрасль знания? Назовите основоположников философской антропологии.
21. Назовите основные видовые признаки человека. Меняются ли они в ходе эволюции?
22. Какие еще факторы, кроме труда, имели важнейшее значение в становлении человека и общества?
23. Какие концепции в философии и науке являются характерными для биологизаторства и социологизаторства?
24. Что означает принцип свободы совести? Как он представлен в Конституции Российской Федерации?
25. В чем отличие природы и общества? Назовите основные отличительные признаки.
26. Возможна ли наука об обществе?
27. Как соотносятся друг с другом человек и общество?
28. Чем отличаются всеобщая история человечества и философия истории?
29. Какую концепцию истории выразил греческий драматург Софокл: «Нынче горе, завтра счастье – как Медведицы небесной круговорота извечный ход»?
30. Почему немецкий культуролог Оствальд Шпенглер назвал западно-европейскую культуру фаустовской?
31. Какая идея объединяет культурологическую концепцию истории О. Шпенглера и цивилизационную концепцию А. Тойнби?
32. Гегель внес в формулу прогресса свободу. Как понимал свободу Гегель?
33. Одна из работ социолога Питирима Сорокина называется «Социологический прогресс и принцип счастья». Можно ли счастье вносить в формулу прогресса?
34. Назовите основные признаки информационного общества?
35. Какие проблемы современности являются глобальными?
36. Каковы основные признаки государства?
37. В чем отличие понятий «государство» и «гражданское общество»?
38. Можно ли устранить государство? И если нет – обязаны ли мы ему подчиняться?
39. Возможно ли гражданское общество без правового государства?
40. Что такое толерантность? Вы считаете себя толерантным человеком? Это природное качество или его можно воспитать?
41. Может ли либеральная демократия выжить в современном мире?
42. Каковы особенности политики в информационном обществе?
43. Охарактеризуйте теорию круговорота локальных, замкнутых цивилизаций английского историка Арнольда Тойнби. Чем она отличается от других теорий исторического круговорота?
44. Разделял ли прогрессистскую трактовку истории немецкий философ Карл Ясперс? В чем он видит смысл и назначение истории?
45. Какие ловушки и проблемы подстерегают нас в информационном обществе?
46. Можно ли определить политику как форму взаимодействия между теми, кто управляет, и теми, кем управляют?
47. Французский социалист, теоретик анархизма П.Ж. Прудон считал, что причинами насилия и социального хаоса являются не индивиды и не группы индивидов, а само государство. Были ли у него основания так считать?
48. Как соотносятся власть и нравственность? Можно ли говорить об их взаимодействии?

49. Назовите основные признаки демократии. Развитая юридическая система является сама по себе признаком демократии?
50. Охарактеризуйте особенности связи политики и экономики в современном обществе.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен)**

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины и включает 2 вопроса.

Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Происхождение философии. Источники философии и понятие предфилософии.
2. Предмет философии, его специфика. Основные вопросы философии.
3. Понятие мировоззрения и его структура. Соотношение философии и мировоззрения.
4. Философия и: наука, политика, искусство, религия.
5. Античная философия: милетская школа, Гераклит.
6. Античная философия: элеаты (Парменид, Зенон).
7. Античная философия: Пифагор и его школа.
8. Античная атомистика, ее значение для науки.
9. Философия софистов. Сократ.
10. Объективный идеализм Платона.
11. Философия Аристотеля.
12. Эллинистически-римская философия.
13. Основные этапы и проблемы философии Средних веков.
14. Основные проблемы философии эпохи Возрождения.
15. Эмпиризм и рационализм в философии Нового времени: Ф. Бэкон и Р. Декарт.
- 16.. Учение о субстанции: Декарт, Спиноза.
17. Сенсуализм Дж. Локка.
- 18.. Субъективный идеализм Дж. Беркли и Д. Юма.
19. Социально-политическая философия Нового времени. Концепции государства, права, демократии.
20. Г.-В. Лейбниц и идеология Просвещения.
21. Проблемы гносеологии, этики и эстетики в философии И. Канта. Диалектика Канта.
22. Философия И.Г. Фихте.
23. Натурфилософия Шеллинга.
24. Система и метод в философии Гегеля.
25. Антропологический материализм Л. Фейербаха.
26. Спор западников и славянофилов и его историческое значение.
27. Русский религиозный идеализм. В.С. Соловьев.
28. Русский космизм.
29. Принципы марксистской философии.
30. Иррационалистические школы в философии конца XIX– начала XX вв.
31. Экзистенциализм.
32. Фрейдизм и неопрейдизм.
33. Позитивизм и его эволюция.
34. Основные проблемы философии постмодернизма.
35. Религиозная философия XX века.
36. Философский смысл проблемы бытия. Бытие и небытие.
37. Понятие субстанции и материи в современной науке и философии.
38. Основные философские направления: материализм и идеализм.
39. Взаимосвязь материи и движения. Движение и покой.
40. Формы движения материи и их взаимосвязь.
41. Движение и развитие. Диалектика как теория развития.
42. Детерминизм и индетерминизм в философии и науке. Вероятностная картина мира.

- 43.. Концепции пространства и времени в истории философии и науки.
44. Принцип глобального эволюционизма в современной научной картине мира.
45. Социальные и культурные основания формирования сознания. Роль труда в происхождении сознания.
46. Сознание и язык. Функции языка в обществе.
- 47 Материальное и идеальное. Мозг и сознание.
48. Структура сознания. Сознание и бессознательное.
49. Сознание и самосознание. Образ «Я».
50. Проблема познания в истории философии: скептицизм, агностицизм, сенсуализм, рационализм.
51. Структура познания: диалектика чувственного и рационального. Эмпирическое и теоретическое
52. Основные концепции истины. Диалектика истины.
53. Структура научного знания; его методы и формы. Критерии научности.
54. Философские проблемы антропосоциогенеза.
55. Человек как предмет философского анализа в истории философии.
56. Проблема биологического и социального в человеке. Современная социобиология.
57. Человек, индивид, личность. Свобода и ответственность личности.
58. Место и роль эстетических, нравственных и религиозных ценностей в жизни человека.
59. Смысл жизни. Жизнь, смерть, бессмертие.
60. Природа и общество. Географический детерминизм, его истоки и эволюция.
61. Необходимость и свобода в историческом процессе. Роль личности в истории.
62. Циклические концепции исторического процесса (О. Шпенглер, Н. Я. Данилевский, А. Тойнби, Л. Н. Гумилев и др.).
63. Прогрессистская модель развития общества. Критерии и формулы прогресса.
64. Марксистская модель общества и истории.
65. Технологический детерминизм. Теория информационного общества.
66. Глобальные проблемы современности.
67. Социальная система общества. Социальные общности и группы.
68. Учение о государстве. Политика и власть. Государство и партии.
69. Гражданское общество и правовое государство.
70. Проблема толерантности в современном обществе.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (2 семестр)

Экзамен по дисциплине «Философия» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>зав. кафедрой<br/>философии<br/>Н.М. Черемных<br/>(Подпись) (И. О. Фамилия)<br/>« 23 » __ 06 __ 2021 __ г.</p>   | <p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>                                    |
|   | <p><b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b></p> |
|   | <p>Кафедра философии</p>  |
|   | <p><b>Код и наименование направления подготовки: 19.03.01 –<br/>Биотехнология</b></p> |
|   | <p>Наименование дисциплины: <b>Философия</b></p>                                      |
| <p><b>Билет № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Происхождение философии. Источники философии и понятие предфилософии.</li> <li>2. Философский смысл проблемы бытия. Бытие и небытие.</li> </ol> |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 9.1. Рекомендуемая литература.

#### А. Основная литература

1. Алейник Р.М., Клишина С.А., Корпачев П.А., Панин С.А. Философия истории и общества. Учебно-методическое пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. 44 с.
2. Клишина С.А., Панин С.А., Корпачев П.А. Философия, её предмет и функции. Учебно-методическое пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 48 с.
3. Алейник Р.М., Алиева К.М., Клишина С.А., Корпачев П.А., Мартиросян А.А., Панин С.А., Черемных Н.М. История философии. Учебное пособие для студентов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. 280 с.

#### Б. Дополнительная литература

1. Алиева К.М., Клишина С.А., Черемных Н.М. Философская онтология: учение о бытии. Учебно-методическое пособие. М., РХТУ им Д.И. Менделеева, 2014. 60 с.
2. Алейник Р.М., Клишина С.А., Панин С.А., Черемных Н.М. Философия. Учебное пособие для студентов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 88 с.
3. Мартиросян А.А., Панин С.А. Философские проблемы сознания и познания. Учебно-методическое пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 64 с.
4. Голубинцев В.О., Данцев А.А., Любченко В.С. Философия для технических вузов. Ростов н/Д., 2010. 503 с.
5. Рассел Б. История западной философии. – М.: Миф, 1993. 512 с.
6. Реале Д., Антисери Д. Западная философия от истоков до наших дней: В 4 т. Т. 2. М., 1994-1997.
7. Черемных Н. М. Философские проблемы современной химии // Философия естественных наук. Гл. 5. М.: Академический проект, 2006. 560 с.
8. Черемных Н.М., Клишина С.А. История и философия химии. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. 128 с

Научные журналы:

«Вопросы философии» ISSN 0042-8744

«Философские науки» ISSN 0235-1188

«Философские исследования» ISSN 0869-6ПХ

### 9.2. Рекомендуемые источники научной информации

#### Список Интернет-ресурсов:

<http://www.philosophy.ru/catalog.html>;

<http://filosof.historie.ru>

#### Электронная библиотека «Гумер» — философия

[http://www.gumer.info/bogoslov\\_Buks/Philos/index\\_philos.php](http://www.gumer.info/bogoslov_Buks/Philos/index_philos.php).

#### Визуальный словарь, раздел «Философия»

<http://vslovar.ru/fil>

*Для каждого слова строится его понятийное окружение, позволяющее как с первого взгляда понять смысл этого слова через определяющие термины, так и быстро перейти на определяющее слово, смысл которого требуется узнать.*

#### Все о философии

<http://www.filosofa.net>

*Сайт, посвященный философии, в разделах которого можно найти огромное количество нужной и интересной информации. Такие разделы, как история философии, философия*

стран, философия религии, философия истории, политическая философия помогут в подготовке к самым разным работам по философии.

**Институт философии РАН —**

<http://iph.ras.ru/elib.htm>

Электронная библиотека Института философии РАН, в которую вошли: 1. Издания ИФ РАН (полнотекстовые монографии и сборники, периодические издания, статьи) 2. Русская философия. 3. Новая философская энциклопедия (Интернет-версия издания: Новая философская энциклопедия: в 4 т.)

**История философии. Энциклопедия**

<http://velikanov.ru/philosophy>

Интернет-версия энциклопедии. Издание включает в себя более семисот статей, посвященных ключевым понятиям, традициям, персоналиям и текстам, определившим собою как философский канон, так и современные направления философской мысли.

**Национальная философская энциклопедия**

<http://terme.ru>

Ресурс включает в себя нескольких десятков энциклопедий, глоссариев, справочников и словарей. По ним можно осуществлять поиск интересующего понятия, термина, темы и т.д. Проект включает в себя 75 словарей, в которых можно найти более 35000 определений. Включает в себя такие разделы как: «Философские словари и энциклопедии»; «Термины по истории философии»; «Культурологические словари» и др.

**Философия**

<http://www.fillek.ru>

Сайт, посвященный философии. Охватывает огромный период зарождения и развития философии: от философии Древней Индии и Китая до наших дней. Информация группируется по разделам. В тексте электронных статей есть ссылки на источники.

**Философия: студенту, аспиранту, философу**

<http://philosoff.ru>

На страницах сайта публикуются статьи и лекции по истории и современному развитию философской науки. На страницах сайта вы найдете информацию библиотечного характера, статьи и лекции по философии, а также подборки ответов на экзаменационные вопросы для технических и гуманитарных ВУЗов, материалы для подготовки к вступительным экзаменам в аспирантуру и вопросы кандидатского минимума по философии, концептуальные подборки статей о современной и классической философии.

**Философский портал**

<http://philosophy.ru>

На портале представлено множество материалов по философии: полнотекстовые источники по онтологии и теории познания; философии языка, философии сознания, философии науки, социальной и политической философии, философии религии и др. Кроме текстов на портале можно найти сетевые энциклопедии, справочники, словари, госстандарты, журналы и многое другое.

**Online школа «Ступени»: Философия. Тесты**

<http://diplom-dissertacia.ru/school/index.htm>

Тесты по истории философии (начиная с древневосточных школ и вплоть до философских течений начала XX века) и основному курсу философии. Предназначенные в качестве основы для проверки и самопроверки усвоения вузовского учебного курса.

**Растрепанный блокнот**

<http://netnotes.narod.ru/texts/t9.html>

Философские цитаты из нефилософских художественных произведений.

**Хрестоматия по Философии**

[http://gendocs.ru/v35117/белоусова\\_л.а.\\_и\\_др.\\_хрестоматия\\_по\\_философии](http://gendocs.ru/v35117/белоусова_л.а._и_др._хрестоматия_по_философии)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видео- и тексты лекций, размещенных на платформе Moodle (общее число лекций 15);

банк контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины по каждой теме (общее число заданий 100);

банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины по каждой теме (общее число заданий 150);

банк контрольных заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 35).

### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Философия» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

Если необходима наглядная демонстрация каких-либо материалов, то для практических занятий используется аудитория 431 (кабинет гуманитарных знаний), оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Для освоения дисциплины используются следующие печатные и электронные информационные ресурсы:

учебники и учебные пособия по основным разделам курса;

учебно-методические разработки кафедры в печатном и электронном виде;

электронные презентации к разделам лекционных курсов.

**Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Срок окончания действия лицензии   | Примечание  | Возможность дистанц. использ-я |
|-------|--|---------------------------------------|--|---|--------------------------------|
| 1     | Microsoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах. | нет                            |
| 2     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе:<br>Word<br>Excel<br>Power Point<br>Outlook<br>OneNote<br>Access<br>Publisher<br>InfoPath | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.  | нет                            |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов       | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|-----------------------------|---|--|
| Раздел 1. История философии | <p><b>знает:</b> основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей, связь историко-философских концепций с современными проблемами индивидуальной и общественной жизни;</p> <p><b>умеет:</b> грамотно вести дискуссию, анализировать особенности межкультурного взаимодействия, обусловленные различием этических, религиозных и ценностных систем, опираясь на наработанный в истории философии материал;</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 1 (10 баллов)</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p><b>владеет:</b> представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления</p>   |  |
| Раздел 2. Философские концепции бытия              | <p><b>знает:</b> основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей, связь историко-философских концепций с современными проблемами индивидуальной и общественной жизни;</p> <p><b>умеет:</b> понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни;</p> <p><b>владеет:</b> представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом изучаемой дисциплины, философскими методами анализа различных проблем, навыками философской культуры для выработки системного, целостного взгляда на действительность и место химии и химической технологии в целостной картине мира.</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 2 (по разделам 2-3) (10 баллов)</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
| Раздел 3. Философские проблемы сознания и познания | <p><b>знает:</b> основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей, связь историко-философских концепций с современными проблемами индивидуальной и общественной жизни;</p> <p><b>умеет:</b> понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни;</p> <p><b>владеет:</b> представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом</p>   | <p>Оценка за контрольную работу № 2 (по разделам 2-3) (10 баллов)</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | изучаемой дисциплины, философскими методами анализа различных проблем, навыками философской культуры для выработки системного, целостного взгляда на действительность и место химии и химической технологии в целостной картине мира.  |  |
| Раздел 4. Проблемы человека в философии | <p><b>знает:</b> основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей, связь историко-философских концепций с современными проблемами индивидуальной и общественной жизни;</p> <p><b>умеет:</b> понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни; грамотно вести дискуссию, анализировать особенности межкультурного взаимодействия, обусловленные различием этических, религиозных и ценностных систем, опираясь на наработанный в истории философии материал; применять полученные философские знания к решению профессиональных задач;</p> <p><b>владеет:</b> представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом изучаемой дисциплины, философскими методами анализа различных проблем, навыками философской культуры для выработки системного, целостного взгляда на действительность.</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 3 (по разделам 4-5) (20 баллов)</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
| Раздел 5. Философия истории и общества  | <p><b>знает:</b> основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей, связь историко-философских концепций с современными проблемами</p>  | Оценка за реферат (20 баллов)  |

|  |   |                   |
|--|---|-------------------|
|  | <p>индивидуальной и общественной жизни;</p> <p><b>умеет:</b> понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни; грамотно вести дискуссию, анализировать особенности межкультурного взаимодействия, обусловленные различием этических, религиозных и ценностных систем, опираясь на наработанный в истории философии материал; применять полученные философские знания к решению профессиональных задач;</p> <p><b>владеет:</b> представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом изучаемой дисциплины, философскими методами анализа различных проблем, навыками философской культуры для выработки системного, целостного взгляда на действительность.</p> | Оценка за экзамен |
|--|---|-------------------|

## 15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Философия»**

**Основной образовательной программы  
19.03.01 – «Биотехнология»  
Форма обучения – очная**

| Номер<br>изменения/дополнения | Содержание<br>дополнения/изменения | Основание внесения<br>дополнения/изменения                     |
|-------------------------------|------------------------------------|--|
|                               |                                    | Протокол заседания<br>Ученого совета №__ от<br>«__» _____ 20__ |
|                               |                                    | Протокол заседания<br>Ученого совета №__ от<br>«__» _____ 20__ |
|                               |                                    | Протокол заседания<br>Ученого совета №__ от<br>«__» _____ 20__ |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«История»**

**Направление подготовки 19.03.01 «Биотехнология»**

(Код и наименование направления подготовки)

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**

(Наименование профиля подготовки)

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена зав. кафедрой истории и политологии, доктором исторических наук, доцентом Селивёрстовой Н. М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры истории и политологии РХТУ им. Д. И. Менделеева «18» мая 2021 г., протокол №9

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 – «Биотехнология»** (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **истории и политологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение I семестра.

Дисциплина **«История»** относится к обязательной части 1 блока дисциплин учебного плана (Б1.О.03). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области истории.

**Цель дисциплины «История»:** формирование у студентов целостного представления об историческом прошлом России, ее месте во всемирно-историческом процессе.

**Задачи дисциплины** заключаются в приобретении следующих знаний, развитии умений и навыков личности:

- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремления своими действиями служить его интересам, в т.ч. и защите национальных интересов России;
- знание движущих сил и закономерностей исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;
- введение студентов в круг исторических проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности;
- навыки исторической аналитики: способность на основе исторического анализа и проблемного подхода преобразовывать информацию в знание, осмысливать процессы, события и явления в России и мировом сообществе в их динамике и взаимосвязи, руководствуясь принципами научной объективности и историзма.

Дисциплина **«История»** преподается в I семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **общекультурных компетенций:**

- способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

**Знать:**

- основные этапы и ключевые события истории России и мира; особенности развития российского государства, выдающихся деятелей отечественной и всеобщей истории.

**Уметь:**

- соотносить общие исторические процессы и отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы;

- формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории.

**Владеть:**

- представлениями об истории как науке, ее месте в системе гуманитарного знания;

- представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;

- категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины;

- навыками анализа исторических источников.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы   | Объем дисциплины |            |            |
|--|------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ               | Акад . ч.  | Астр .ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                               | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>                     | <b>1,3</b>       | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>   | -                | -          | -          |
| Лекции   | 0,9              | 32         | 24         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)          | -                | -          | -          |
| Практические занятия (ПЗ)  | 0,4              | 16         | 12         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)          | -                | -          | -          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                      | <b>1,7</b>       | <b>60</b>  | <b>45</b>  |
| Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.) | 1,7              |            |            |

|  |                |           |           |
|--|----------------|-----------|-----------|
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины<br>(или другие виды самостоятельной работы) |                | 60        | 45        |
| <b>Вид контроля:</b>   |                |           |           |
| <b>Экзамен</b>   | <b>1</b>       | <b>36</b> | <b>27</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1              | 0,4       | 0,3       |
| Подготовка к экзамену.   |                | 35,6      | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>   | <b>Экзамен</b> |           |           |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины   | Академ. часов |   |        |   |               |   |                |   |                |
|----------|---|---------------|---|--------|---|---------------|---|----------------|---|----------------|
|          |   | Всего         | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг.<br>(при<br>наличи<br>и) | Лекции | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг.<br>(при<br>наличи<br>и) | Прак.<br>зан. | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг.<br>(при<br>наличи<br>и) | Лаб.<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг.<br>(при<br>наличи<br>и) | Сам.<br>работа |
| 1.       | <b>Раздел 1. История как наука.<br/>Особенности становления<br/>государственности в России.</b>   | 40            | -   | 10     | -   | 6             | -   | -              | -   | 24             |
| 1.1      | История в системе<br>социально-гуманитарных наук.<br>Основы методологии<br>исторической науки.<br>Начало государственности.<br>Киевская Русь. | 17            | -   | 3      | -   | 2             | -   | -              | -   | 12             |
| 1.2      | Русские земли в XII – начале<br>XVI вв. Образование<br>Российского государства.   | 11            | -   | 3      | -   | 2             | -   | -              | -   | 6              |
| 1.3      | Россия в середине XVI-XVII вв.  | 12            | -   | 4      | -   | 2             | -   | -              | -   | 6              |
| 2.       | <b>Раздел 2. Российская империя<br/>в XVIII- начале XX в.</b>   | 36            | -   | 12     | -   | 6             | -   | -              | -   | 18             |

|           |  |            |          |           |          |           |          |          |          |           |
|-----------|--|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| 2.1       | Российское государство в XVIII в. – веке модернизации и просвещения.     | 12         | -        | 4         | -        | 2         | -        | -        | -        | 6         |
| 2.2       | Россия в XIX столетии.   | 12         | -        | 4         | -        | 2         | -        | -        | -        | 6         |
| 2.3       | Россия в начале XX века (1900-1917гг.).                                  | 12         | -        | 4         | -        | 2         | -        | -        | -        | 6         |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. От советского государства к современной России.</b>         | <b>32</b>  | <b>-</b> | <b>10</b> | <b>-</b> | <b>4</b>  | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>18</b> |
| 3.1       | Формирование и сущность советского строя (1917-1991гг.).                 | 22         | -        | 8         | -        | 2         | -        | -        | -        | 12        |
| 3.2       | Становление новой российской государственности (с 1991- по наст. время). | 10         | -        | 2         | -        | 2         | -        | -        | -        | 6         |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>108</b> | <b>-</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>60</b> |
|           | <b>Экзамен</b>   | <b>36</b>  |          |           |          |           |          |          |          |           |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>144</b> |          |           |          |           |          |          |          |           |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. История как наука. Особенности становления государственности в России.**

#### **1.1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. Начало государственности. Киевская Русь.**

Место истории в системе наук. Предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Сущность, формы, функции исторического знания. Источники по отечественной истории, их классификация. История России – неотъемлемая часть всемирной истории; общее и особенное в историческом развитии.

Славянское общество в эпоху расселения. Этнокультурные и социально-политические процессы становления российской государственности. Основные социально-экономические процессы и специфика формирования феодальных отношений на Руси. Особенности социально-политического развития Киевской Руси. Принятие христианства. Формирование правовой системы.

#### **1.2. Русские земли в XII – начале XVI вв. Образование Российского государства**

Причины обособления земель и княжеств. Социально-политическая структура русских земель периода политической раздробленности. Формирование различных социокультурных моделей развития древнерусского общества и государства.

Монголо-татарское нашествие на Русь. Экспансия в Западную и Северо-Западную Русь. Великое княжество Литовское и Русское государство. Социально-политические изменения в русских землях в период монголо-татарского господства. Специфика формирования единого Российского государства. Развитие феодального землевладения. Соперничество княжеств Северо-Восточной Руси. Причины возвышения Московского княжества. Первые московские князья. Дмитрий Донской. Куликовская битва, её историческое значение. Роль церкви в объединительном процессе. Сергей Радонежский.

Особенности политического устройства Российского государства. Иван III. Возникновение сословной системы организации общества. Местничество. Предпосылки складывания самодержавных черт государственной власти. Василий III. Историческое значение образования единого Российского государства.

#### **1.3. Россия в середине XVI – XVII вв.**

Иван Грозный: поиск альтернативных путей социально-политического развития Руси. Складывание сословно-представительной монархии и её особенности по сравнению со странами Западной Европы. Земский Собор.

Избранная Рада. Реформы 50-х годов XVI века и их значение. Судебник 1550г. Стоглавый Собор 1551г. Присоединение к России Поволжья, Приуралья и Западной Сибири. Ливонская война: цели и причины неудач. Опричнина: причины, сущность, последствия. Хозяйственное разорение 70-80гг. XVI в. Этапы закрепощения крестьянства. Формирование официальной идеологии самодержавия.

«Смутное время»: ослабление государственных начал, попытка возрождения традиционных («домонгольских») норм отношений между властью и обществом. Правление Бориса Годунова. Лжедмитрий I. Боярский царь Василий Шуйский. Восстание И. Болотникова. Лжедмитрий II. Феномен самозванства. Польско-шведская интервенция. Семибоярщина, оккупация Москвы. Роль народного ополчения в освобождении Москвы и изгнании чужеземцев. К. Минин и Д. Пожарский. Земский собор 1613г. Воцарение династии Романовых.

Территория и население страны в XVII в. Влияние последствий «Смутного времени» на экономическое развитие России. Развитие форм феодального землевладения и хозяйства. Соборное Уложение 1649г.: юридическое оформление крепостного права и сословных функций. Рост общественного разделения труда и его специализация. Первые мануфактуры и их характер. Начало формирования всероссийского рынка. Ярмарки. Развитие внутренней и внешней торговли. Укрепление купечества. Новоторговый устав. Централизация власти, начало перехода к абсолютизму. Прекращение деятельности Земских соборов. Изменение роли Боярской Думы. Церковь и государство. Церковный раскол. «Бунташный век». Причины массовых народных выступлений в XVII в. Городские бунты. Восстание под предводительством С. Разина: причины, особенности, значение и последствия. Российская мысль и культура в преддверии Нового времени.

## **Раздел 2. Российская империя в XVIII- начале XX в.**

### **2.1. Российское государство в XVIII веке – веке модернизации и просвещения**

XVIII век в европейской и мировой истории. Россия и Европа: новые взаимосвязи и различия. Петр I: борьба за преобразование традиционного общества в России. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Внешняя политика Петра I, её связь с преобразованиями внутри страны. Реформы Петра I как первая попытка модернизации страны, её особенности. Развитие промышленности. Усиление роли государства в наращивании производительных сил страны. Концепция меркантилизма и её реализация в России. Создание регулярной армии и флота. Административная реформа. Церковная реформа. Табель о рангах. Борьба с консервативной оппозицией. Оформление абсолютизма, основные черты и историческое значение. Провозглашение России империей. Упрочение международного авторитета страны.

Дворцовые перевороты, их причины, социально-политическая сущность и последствия. Фаворитизм. Расширение привилегий дворянства. Дальнейшая

бюрократизация госаппарата. Внешняя политика во второй четверти – середине XVIII века.

Екатерина II: истоки и сущность дуализма внутренней политики. «Просвещенный абсолютизм». Секуляризация церковных земель. Уложенная комиссия. Крестьянский вопрос. Народное восстание под предводительством Е. Пугачева (предпосылки, характер, особенности, место в истории). Укрепление государственного аппарата. Губернская реформа. Сословная политика Екатерины II. Новый юридический статус дворянства. Внешняя политика России во второй половине XVIII века. Дальнейшее расширение границ Российской империи.

Царствование Павла I. Попытка ограничения дворянской власти самодержавными средствами. Ужесточение политического режима.

Русская культура XVIII века: от петровских инициатив к «веку просвещения».

## **2.2. Россия в XIX столетии**

Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Важнейшие условия перехода России к индустриальному обществу – решение крестьянского вопроса и ограничение самодержавия.

Крестьянский вопрос: этапы решения. Первые подступы к отмене крепостного права в начале XIX в. Указ 1803г. о «свободных хлебопашцах», указ 1842г. об «обязанных крестьянах». Реформа П. Д. Киселева. Решение крестьянского вопроса в период правления Александра II. Предпосылки и причины отмены крепостного права в России. «Манифест» 19 февраля 1861г. и «Положения»: их содержание, значение, воздействие на развитие пореформенной России.

Попытки реформирования системы государственного управления. Проекты либеральных реформ М. М. Сперанского и Н. Н. Новосильцева при Александре I. Изменение политического курса в начале 20-х гг. XIX в. Внутренняя политика Николая I. Укрепление самодержавной власти. Дальнейшая централизация, бюрократизация государственного строя России. Усиление репрессивных мер.

Реформы 60-70-х гг. в области местного управления, суда, армии, печати и др. Историческое значение преобразований 60-70-х гг. «Контрреформы» Александра III.

Общественное движение в России XIX века. Формирование трех течений: консервативно-охранительного, либерального и радикального. Консервативно-охранительное направление. Н. М. Карамзин. С. П. Шевырев. М. П. Погодин. М. Н. Катков. К. П. Победоносцев. Д. И. Иловайский. С. С. Уваров. Теория «официальной народности».

Либеральное направление. Идейное наследие П. Я. Чаадаева. Западники и славянофилы. К. Д. Кавелин. Б. И. Чичерин. А. И. Кошелев. К. С. Аксаков. Становление идеологии русского либерализма. Либеральная бюрократия и её роль в реформах 60-70-х гг. XIX в. Земское движение. Особенности российского либерализма.

Радикальное направление. Начало освободительного движения. Декабристы. Формирование идеологии декабризма. Эволюция движения: «Союз спасения», «Союз благоденствия», Северное и Южное общество. Основные программные документы. Восстания в Петербурге и на юге. Причины поражения и значение выступления декабристов. Попытки продолжить традицию декабристов. Кружки 20-30-х годов XIX в. Предпосылки и источники социализма в России. «Русский социализм» А. И. Герцена и Н. Г. Чернышевского. Петрашевцы. С. Г. Нечаев и «нечаевщина». Народничество. М. А. Бакунин. П. Л. Лавров. П. Н. Ткачев. Политические доктрины и революционная деятельность народнических организаций в 70-х – начале 80-х гг. XIX в. Либеральные народники 80-90-х годов. Становление рабочего движения. Оформление марксистского течения. Г. В. Плеханов. В. И. Ульянов (Ленин).

Внешняя политика России в XIX в. Причины Отечественной войны 1812г. Значение победы России в войне против Наполеона и освободительного похода в Европу. Российское самодержавие и «Священный Союз». Восточный вопрос и его решение в XIX веке. Россия и народы Северного Кавказа. Крымская война, её причины и последствия. Политика России на Дальнем Востоке. Продажа Аляски. Присоединение Средней Азии к России.

Русская культура в XIX в. Общие достижения и противоречия.

### **2.3. Россия в начале XX века (1900 – 1917гг.)**

Территория и население России в начале XX века. Социальная структура.

Особенности социально-экономического развития России в начале XX века. Объективная потребность индустриальной модернизации России. Усиление государственного регулирования экономики. Реформы С. Ю. Витте. Русская деревня в начале XX века.

Соотношение политических сил в России в начале XX века. Нарастание кризиса самодержавия. Первая российская революция: причины, характер, особенности, движущие силы, этапы, значение. Манифест 17 октября 1905 г. Образование политических партий, их генезис, классификация, программа, тактика. Государственная дума начала XX века – первый опыт российского парламентаризма. Третьеиюньская политическая система (1907-1914): власть и общество. Столыпинская аграрная реформа: экономическая, социальная и политическая сущность, итоги, последствия.

Первая мировая война и участие в ней России. Влияние войны на социально-экономическое и политическое развитие России. Кризис власти в годы войны и его истоки. Влияние войны на приближение общенационального кризиса. Россия накануне революции.

Победа Февральской революции и коренные изменения в политической жизни страны. Временное правительство и Петроградский Совет. Политические партии в условиях двоевластия. Альтернативы развития России

после Февраля. Социально-экономическая политика новой власти. Кризисы власти. Корниловское выступление и его разгром.

### **Раздел 3. От советского государства к современной России.**

#### **3.1. Формирование и сущность советского строя (1917-1991гг.)**

Большевистская стратегия: причины победы. Подготовка и победа Октябрьского вооруженного восстания в Петрограде. II Всероссийский съезд Советов и его решения. Экономическая и социальная политика большевиков. Начало формирования однопартийной политической системы. Роспуск Учредительного собрания. Конституция 1918г. Брестский мир.

Гражданская война: причины, этапы, расстановка сил, результаты и последствия. Интервенция: причины, формы, масштаб. Идеология, политика, практика «военного коммунизма».

Положение страны после окончания гражданской войны. Социально-экономический и политический кризисы в стране на рубеже 1920-1921гг. Переход к новой экономической политике. Сущность, цели, реализация, противоречия, судьба и значение НЭПа. Утверждение однопартийной политической системы.

Национально-государственное строительство в 20-е гг. Дискуссии об образовании СССР. I съезд Советов СССР, его решения и место в истории. Конституция СССР 1924г.

Политическая борьба в партии и государстве. Последние работы В. И. Ленина о внутренней и внешней политике Советского государства. Возвышение И. В. Сталина. Борьба с оппозицией по вопросам развития страны. Свертывание НЭПа, курс на строительство социализма в одной стране.

СССР в годы первых пятилеток (конец 20-х гг. – 30-е гг.). Форсированное социалистическое строительство в СССР. Индустриализация: предпосылки, источники накопления, метод, темпы, результаты. Политика сплошной коллективизации сельского хозяйства, её причины, экономические и социальные последствия. Цена «большого скачка».

Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Сращивание партийных и государственных структур. Номенклатура. Роль и место Советов, профсоюзов, судебных органов и прокуратуры в создаваемой тоталитарной политической системе. Карательные органы. Массовые репрессии.

Проблема массовой поддержки советского режима в СССР. Унификация общественной жизни, «культурная революция». Борьба с инакомыслием. Сопротивление сталинизму и причины его поражения. Отношение государства к религии.

Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. Первые шаги советской дипломатии. Генуэзская конференция. Международное признание СССР. Обострение политической обстановки в Европе накануне второй мировой войны. Первые военные конфликты. Мюнхенское соглашение и его влияние на международное положение. Неудачи переговоров между СССР, Англией,

Францией о предотвращении войны. Советско-германский пакт о ненападении: причины, последствия. Современные споры о международном кризисе 1939 – 1941 гг.

СССР во второй мировой и Великой Отечественной войне. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма. Причины и цена победы. Участие СССР в войне против Японии. Итоги и уроки второй мировой войны.

Изменение соотношения сил в мире после второй мировой войны. Начало «холодной войны». СССР и США. СССР и страны Восточной Европы. Создание «социалистического лагеря».

Трудности послевоенного развития СССР; восстановление народного хозяйства и ликвидация атомной монополии США. Ужесточение политического режима и идеологического контроля. Новый виток массовых репрессий.

Первое послесталинское десятилетие. Реформаторские поиски в советском руководстве. Попытки обновления «государственного социализма». Экономические реформы, попытки перевода экономики СССР на интенсивный путь развития в условиях НТР. XX съезд КПСС и осуждение культа личности Сталина. Реабилитация жертв репрессий и депортаций. Номенклатурная «либерализация». «Оттепель» в духовной сфере. Причины замедления темпов экономического и социального развития в начале 60-х годов. XXII съезд КПСС и концепция «перехода от социализма к коммунизму».

Внешняя политика в годы «оттепели»: начало перехода от конфронтации к разрядке международной напряженности. Карибский кризис (1962 г.): победа политического реализма.

Смена власти и политического курса в 1964 г., экономические реформы середины 60-х годов, причины их незавершенности. Власть и общество в 1964 – 1984 гг. Кризис господствующей идеологии. Причины политики ограничений и запретов в культурной жизни СССР. Диссидентское движение: предпосылки, сущность, основные этапы развития. Нарастание кризисных явлений в советском обществе в 70-е – середине 80-х годов.

Внешняя политика СССР в конце 60-х начале 80-х гг.: от разрядки к обострению международной обстановки. Разработка Программы мира и её реализация. Ввод советских войск в Афганистан и его последствия.

Курс на радикальное обновление советского общества. «Перестройка»: сущность, цели, задачи, основные этапы, результаты. Новые структуры государственной власти, первые съезды народных депутатов СССР, новые общественные движения и политические партии, президентская форма правления. «Новое политическое мышление» и изменение геополитического положения СССР. ГКЧП и крах социалистического реформаторства в СССР. Распад СССР, прекращение существования КПСС. Образование СНГ.

### **3.2. Становление новой российской государственности (с 1991- по настоящее время).**

Внутренняя политика России. Либеральная концепция российских реформ: переход к рынку, формирование гражданского общества и правового государства. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Конституционный кризис в России 1993 г. и демонтаж системы власти Советов. Конституция Российской Федерации 1993 г. Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Межнациональные отношения. Чеченская война. Наука, культура, образование в рыночных условиях. Социальная цена и первые результаты реформ. Политические партии и общественные движения России на современном этапе.

Россия в начале XXI века. Современные проблемы человечества и роль России в их решении. Региональные и глобальные интересы России. Социально-экономическое положение РФ в период 2001-2021 года. Мировой финансовый и экономический кризис и Россия. Внешняя политика Российской Федерации в 1991 – 2021 гг. Принципы внешней политики. Россия и страны дальнего зарубежья. Отношения со странами СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 |
|----|---|-------------|-------------|-------------|
|    | <b>Знать:</b>   |             |             |             |
| 1  | - основные этапы и ключевые события истории России и мира ;   | +           | +           | +           |
| 2  | – особенности развития российского государства;   | +           | +           | +           |
| 3  | – выдающихся деятелей отечественной и всеобщей истории.   | +           | +           | +           |
|    | <b>Уметь:</b>   |             |             |             |
| 4  | – соотносить общие исторические процессы и отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы; | +           | +           | +           |
| 5  | – формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории.  | +           | +           | +           |
|    | <b>Владеть:</b>   |             |             |             |
| 6  | – представлениями об истории как науке, ее месте в системе гуманитарного знания;  | +           |             |             |
| 7  | – представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;  | +           | +           | +           |
| 8  | – категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины;  | +           | +           | +           |
| 9  | – навыками анализа исторических источников.   | +           | +           | +           |
| 10 | <b>ОК-2</b> способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;                                   | +           | +           | +           |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы семинарских занятий  | Часы          |
|-------|----------------------|---|---------------|
| 1     | 1.1.                 | О российской истории и историческом познании<br>Проблемы образования древнерусского государства (историографический и источниковедческий анализ). | 2 акад. часа  |
| 2     | 1.2.                 | Специфика становления российской государственности.   | 2 акад. часа  |
| 3     | 1.3.                 | Формирование самодержавия в России: альтернативы исторического развития (Интерактивное занятие в форме дискуссии)                                 | 2 акад. часа  |
| 4     | 2.1.                 | Реформы XVIII столетия.   | 2 акад. часа  |
| 5     | 2.2.                 | Проблемы взаимоотношения общества и государства в XIX веке.   | 2 акад. часа  |
| 6     | 2.3.                 | Русские революции, их причины и следствия. (Интерактивное занятие в форме круглого стола)   | 2 акад. часа  |
| 7     | 3.1.                 | Альтернативы развития советского общества и государства в 20-х гг. (Интерактивное занятие в форме дискуссии)                                      | 2 акад. часа. |
| 8     | 3.2.                 | От СССР к современному российскому государству.   | 2 акад. часа  |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку учебного материала к практическим занятиям;
- изучение рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами.
- подготовку к сдаче *экзамена* в 1 семестре по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо

регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение трех контрольных работ (первая и вторая контрольная работа с максимальной оценкой 10 баллов, третья итоговая контрольная работа с максимальной оценкой 20 баллов), реферата (максимальная оценка 20 баллов), и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы. Максимальная оценка реферата – 20 баллов.**

1. Образование Древнерусского государства.
2. Древнерусское государство в оценках современных историков.
3. Особенности социально-политического устройства Киевской Руси.
4. «Русская правда» – старейший законодательный памятник Древней Руси.
5. Дипломатия Киевской Руси и династические связи с европейскими государствами.
6. История принятия христианства на Руси.
7. Политические портреты древнерусских князей (Олег, Игорь, Ольга, Святослав, Владимир I, Ярослав Мудрый и др.).
8. Быт и нравы Древней Руси.
9. Возникновение самостоятельных русских княжеств в XII-XIII вв.
10. Феодальная раздробленность на Руси и выбор путей развития.
11. Русь в XIII веке между Востоком и Западом.
12. Московская Русь и Золотая Орда в XIV-XV вв.: проблемы взаимовлияния.
13. Победы Александра Невского и их значение в истории Руси.
14. Политическое значение Куликовской битвы.
15. Особенности возникновения и развития Московского государства.
16. Политические портреты московских князей: Даниил Александрович, Иван Калита, Дмитрий Донской, Иван III, Василий III.
17. Эпоха Ивана Грозного.
18. Политический портрет Ивана Грозного.
19. Политический портрет Бориса Годунова.
20. "Смутное время" в России. Кризис власти и возможные альтернативы развития.
21. Самозванство в начале XVII в.
22. Царь Алексей Михайлович и его время.
23. Церковная реформа Никона и ее последствия.
24. Эволюция Российского государства в XVII в.

25. Крепостное право в России и его роль в историческом развитии страны.
26. Северная война 1700-1721 гг.: причины, ход, итоги.
27. Петр I как историческая личность.
28. Сподвижники Петра I.
29. Культура, быт, просвещение в первой четверти XVIII в.
30. Дворцовые перевороты XVIII в.
31. Роль гвардии в период дворцовых переворотов.
32. Политический портрет Екатерины II.
33. "Золотой век Екатерины" (Сословная политика Екатерины II).
34. Модель "просвещенного абсолютизма" в России и Европе.
35. Внешняя политика России во второй половине XVIII в.
36. А. В. Суворов – полководец и личность.
37. Политический портрет Павла I.
38. Александр I. Политический портрет.
39. М. М. Сперанский – судьба реформатора в России.
40. Декабрист в повседневной жизни. (Очерк социальной психологии декабризма).
41. Гроза двенадцатого года.
42. Политический портрет Николая I.
43. Люди и идеи 30-40-х годов XIX в.
44. Подготовка крестьянской реформы: борьба старого и нового.
45. Революционеры и власть в пореформенной России.
46. Народничество, его история и судьба в России.
47. Образование политических партий России в начале XX века.
48. Политический портрет С.Ю. Витте.
49. Николай II и его окружение.
50. Революция 1905-1907 гг.
51. Политические партии России в революции 1905-1907 гг. (по выбору).
52. Столыпинские реформы и их результаты.
53. Начало российского парламентаризма.
54. Самодержавие и Государственная дума (I, II, III, IV).
55. Первая мировая война: причины и следствия.
56. Первая мировая война и революционное движение.
57. Февральская буржуазно-демократическая революция в России и ее значение.
58. Политические партии России в Февральской революции.
59. Проблемы цивилизационного выбора после падения самодержавия.
60. Коалиционные правительства в 1917 г. - правительства национального единства: причины их возникновения и распада.
61. Мятеж генерала Л. Корнилова и его последствия.
62. Исторические альтернативы России осенью 1917 г.
63. Октябрьская революция: замысел и реальность.
64. Учредительное собрание в России и крах парламентской альтернативы.
65. Гражданская война и иностранная интервенция: причины и основные этапы.

66. Красный и белый террор.
67. Итоги гражданской войны и ее влияние на дальнейшее развитие страны.
68. Политика "военного коммунизма", ее сущность и последствия.
69. Идейная и политическая борьба в 20-е годы XX века по вопросам развития страны.
70. НЭП как альтернатива «военному коммунизму».
71. НЭП: сущность, противоречия, крах.
72. Формирование СССР и межнациональной государственности в 20-е годы.
73. Внутренняя политика СССР в 30-е годы.
74. Международное положение СССР в 20-30 годы.
75. Современные споры о международном кризисе 1939-1941 гг.
76. Внешняя политика СССР в 30-е годы.
77. Политический портрет И. В. Сталина.
78. СССР в годы Великой Отечественной войны.
79. Великий полководец Г.К. Жуков.
80. Роль Советского Союза в разгроме фашизма.
81. Итоги и уроки второй мировой войны.
82. "Холодная война" :причины и последствия.
83. Успехи и трудности развития советской химической науки в послевоенный период.
84. Политический портрет Н. С. Хрущева.
85. Место хрущевской «оттепели» в последующей истории страны.
86. «Оттепель» в духовной сфере.
87. Власть и общество в 1964 - 1984 гг.
88. Диссидентское движение и его роль в истории страны.
89. Экономика и политика в условиях нарастания в стране кризисной ситуации (70-е – начало 80-х гг. XX в.).
90. Роль личности в истории: от Н. С. Хрущева до М. С. Горбачева.
91. Перестройка и ее результаты.
92. Распад СССР.
93. Политический портрет Б. Н. Ельцина.
94. Политические партии и общественные движения на современном этапе.
95. Государственная Дума 90-х годов XX в. – новый опыт российского парламентаризма.
96. Конституция Российской Федерации 1993г. и её значение.
97. Псевдоистория на постсоветском пространстве: пример критики.
98. Культура в современной России.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Контрольные работы (тестовые задания) по курсу проводятся по результатам изучения 1 и 2 разделов. По итогам изучения 3 раздела проводится итоговая самостоятельная письменная

работа. Максимальная оценка за 1 и 2 контрольную работу – 10 баллов по одному баллу за каждый правильный вопрос, за 3 итоговую работу – 20 баллов, по два балла за вопрос.

## **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**

### **Вопрос 1.1.**

Место, куда доставлялась дань с подвластных территорий, называлось:

- а) торг.
- б) посад;
- в) погост;
- г) городище.

### **Вопрос 1.2.**

Расположите события в хронологической последовательности:

- а) принятие христианства;
- б) победа над Хазарским каганатом;
- в) объединение Новгорода и Киева;
- г) начало кодификации русского права.

### **Вопрос 1.3.**

Способ передачи великокняжеского престола в Киевской Руси:

- а) от отца к старшему сыну;
- б) по старшинству от брата к брату;
- в) от отца к младшему сыну;
- г) по решению веча.

### **Вопрос 1.4.**

Территориально-политическая раздробленность на Руси окончательно оформилась после:

- а) 988 г.;
- б) 1054 г.;
- в) 1132 г.;
- г) 1097 г.;
- д) 1243 г.

### **Вопрос 1.5.**

Установите соответствие между именами правителей и событиями, связанными с их княжением:

**Имена:**

- а) Дмитрий Донской;
- б) Юрий Всеволодович;
- в) Иван III;

- г) Александр Невский;
- д) Юрий Долгорукий.

**События:**

- 1) битва на Чудском озере;
- 2) Любеческий съезд князей;
- 3) стояние на реке Угре;
- 4) Куликовская битва;
- 5) основание Москвы;
- 6) битва на реке Сить.

**Вопрос 1.6.**

Московское княжество возникло:

- а) в 1147 г.;
- б) во второй половине XII в.;
- в) в 1276 г.;
- г) в 1303 г.

**Вопрос 1.7.**

Установите соответствие между терминами и их определениями:

**Термины:**

- а) местничество;
- б) поместье;
- в) баскаки;
- г) удел.

**Определения:**

- 1) территория, выделенная во владение одному из младших членов княжеского рода;
- 2) порядок назначения на государственные должности в соответствии со степенью знатности рода;
- 3) форма феодальной земельной собственности, родовое имение, передававшееся от отца к сыну;
- 4) представители монгольского хана на завоеванных территориях;
- 5) условная форма феодального землевладения, предоставляемая за службу, первоначально без права наследования.

**Вопрос 1.8.**

Органы центрального государственного управления в XVI веке:

- а) приказы;
- б) коллегии;
- в) министерства;
- г) наместничества.

**Вопрос 1.9.**

Прочтите отрывок из сочинения историка Н. М. Карамзина и укажите, о каком правителе идёт речь.

«В заключение скажем, что добрая слава Иоаннова пережила его худую славу в народной памяти: стенания умолкли, жертвы истлели, и старые предания затмились новейшими; но имя [его] блистало на судебнике и напоминало приобретение трёх царств монгольских: доказательства дел ужасных лежали в книгохранилищах, а народ в течение веков видел Казань, Астрахань, Сибирь как живые монументы царя-завоевателя...»

- а) Иван Калита;
- б) Иван III;
- в) Иван IV;
- г) Иван Антонович.

### **Вопрос 1.10.**

К событиям Смутного времени относятся:

- а) восстание И. Болотникова;
- б) медный бунт;
- в) Семибоярщина;
- г) восстание С. Разина;
- д) освобождение Москвы вторым ополчением.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**

### **Вопрос 2.1.**

Россия стала империей:

- а) при Иване III в 1480 г.;
- б) при Петре I в 1721 г.;
- в) при Екатерине II в 1762 г.;
- г) при Николае I в 1825 г.

### **Вопрос 2.2.**

В российской истории термины «верховники», «кондиции» относятся к периоду

- а) петровских преобразований;
- б) «просвещенного абсолютизма»;
- в) политической раздробленности;
- г) «дворцовых переворотов».

### **Вопрос 2.3.**

Манифест о даровании вольности и свободы российскому дворянству был издан:

- а) Петром I;

- б) Елизаветой Петровной;
- в) Петром III;
- г) Екатериной II.

**Вопрос 2.4.**

Понятием «дворянские революционеры» характеризуется движение:

- а) славянофилов;
- б) декабристов;
- в) земцев-конституционалистов;
- г) народников.

**Вопрос 2.5.**

Укажите, какие реформы, преобразования были проведены в царствование Николая I:

- а) создание III Отделения императорской канцелярии;
- б) создание министерств и Государственного Совета;
- в) Столыпинская аграрная реформа;
- г) реформа государственной деревни П. Д. Киселева.

**Вопрос 2.6.**

Отмена крепостного права в России произошла:

- а) в 1803 г.;
- б) в 1825г. ;
- в) в 1848 г.;
- г) в 1861 г.;
- д) в 1905 г.

**Вопрос 2.7.**

Расположите в хронологической последовательности исторические события.

- а) Крымская война;
- б) отмена местничества;
- в) присоединение Новгорода к Москве;
- г) Ливонская война;
- д) Куликовская битва.

**Вопрос 2.8.**

Что было одной из причин Первой российской революции 1905-1907 гг.?

- а) тяжёлые условия труда и бесправие промышленных рабочих;
- б) поражение в Первой мировой войне;
- в) проведение правительством национализации предприятий и банков;
- г) нарастающий конфликт между царём и Государственной Думой.

**Вопрос 2.9.**

Последствие аграрной реформы П. А. Столыпина:

- а) передача крестьянам бесплатно части государственной земли;

- б) выход из общины двух миллионов крестьянских хозяйств;
- в) сокращение посевных площадей в крестьянских хозяйствах;
- г) сокращение хлебного экспорта из России.

### **Вопрос 2.10.**

Как называется система управления, сложившаяся в ходе Февральской революции 1917 г., когда важнейшие государственные вопросы решались соперничавшими органами власти – Советами рабочих, крестьянских и солдатских депутатов и Временным правительством:

- а) сословное представительство;
- б) коалиционное правительство;
- в) двоевластие;
- г) конституционная монархия.

## **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 2 балла за вопрос.**

### **Вопрос 3.1.**

Какие проблемы, стоящие перед обществом, так и не смогло решить Временное правительство, созданное после Февральской революции 1917г.?

### **Вопрос 3.2.**

1. С сентября по октябрь 1917 г. происходила большевизация советов. Что представлял собой процесс большевизации советов?
2. Почему меньшевики и эсеры потерпели поражение от большевиков в борьбе за лидерство в советах?

### **Вопрос 3.3.**

1. Когда состоялся II съезд Советов?
2. Какие законодательные акты были приняты на II съезде Советов?
3. Какие новые властные органы были созданы на II съезде Советов?

### **Вопрос 3.4.**

1. 5 января 1918 г. было созвано Учредительное собрание. Какие партии были представлены в Учредительном собрании, каким было распределение депутатских мандатов?
2. Почему было распущено Учредительное собрание?
3. Были ли возможны иные варианты развития событий?

### **Вопрос 3.5.**

1. Каковы были причины Гражданской войны?
2. Что такое интервенция?
3. Какую роль сыграли страны Антанты в данном событии?
4. Каковы основные итоги Гражданской войны?

### **Вопрос 3.6.**

1. В чем заключается сущность политики «военного коммунизма»?
2. Каковы были функции комбедов и продовольственных отрядов?
3. Как восприняло данную политику население страны?
4. Каковы результаты и последствия периода «военного коммунизма»?

**Вопрос 3.7.**

1. Какие экономические, социальные и политические цели преследовало введение нэпа?
2. В чём состояли причины перехода к новой экономической политике?
3. Охарактеризуйте основные мероприятия НЭПа. Как понимали НЭП большевики и их политические оппоненты?

**Вопрос 3.8.**

1. Существовала ли взаимосвязь между форсированной индустриализацией и сплошной коллективизацией сельского хозяйства?
2. Каковы особенности и результаты форсированной индустриализации в СССР в 30-е гг.?
3. Каковы были главные причины коллективизации сельского хозяйства в СССР и каковы её результаты?
4. Какой смысл вкладывался в понятие «культурная революция» и каковы её конкретные результаты?

**Вопрос 3.9.**

1. В 1930-е гг. в СССР завершается формирование политической системы, часто называемой тоталитаризмом. Перечислите основные черты тоталитарного режима. В чем Вы видите объективные причины утверждения в СССР тоталитарного режима?
2. Какие субъективные факторы способствовали этому?
3. В 1936 г. в СССР была принята новая Конституция («победившего социализма»). Почему в середине 1930-х гг. возникла необходимость в создании нового Основного закона?

**Вопрос 3.10.**

1. Назовите основные этапы Великой Отечественной войны.
2. В чем причины и историческое значение победы советского народа в Великой Отечественной войне?

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины ( 1 семестр – экзамен).**

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. История как наука. Предмет, задачи, методы и источники изучения истории, историография.
2. Восточные славяне в древности. Государство Киевская Русь в IX начале XII вв.: возникновение, особенности экономического и социально-политического развития. Принятие христианства на Руси.
3. Русь в период политической раздробленности. Особенности развития Новгородской земли.
4. Борьба русских земель и княжеств с иноземными захватчиками в XIII в. Русь и Золотая Орда: проблема взаимовлияния в отечественной историографии.
5. Предпосылки складывания единого российского государства. Возвышение Москвы. Деятельность первых московских князей.
6. Специфика становления централизованного российского государства.

Политика Ивана III и Василия III.

7. Внутренняя и внешняя политика Ивана IV.

8. Россия на рубеже XVI-XVII вв. "Смутное время": причины, сущность, последствия.

9. Первые Романовы: внутренняя и внешняя политика.

10. Формирование системы крепостного права в России, её юридическое оформление в середине XVII в.

11. Внутренняя и внешняя политика Петра I.

12. Россия в эпоху дворцовых переворотов (XVIII в.).

13. "Просвещённый абсолютизм" Екатерины II. Внешняя политика.

14. Россия в первой четверти XIX в. Движение декабристов.

15. Внутренняя и внешняя политика Николая I. Крымская война.

16. Идеиные течения и общественно-политические движения в 30-50-е гг. XIX в.

17. Реформы 60-70 гг. XIX в. и их значение.

18. Общественно-политические движения в пореформенной России.

19. Социально-экономическое развитие России на рубеже XIX - XX вв.

20. Формирование политических партий в России в конце XIX - начале XX вв.. их характеристика.

21. Россия в период революции 1905-1907 гг. Первый опыт парламентаризма в России (I и II Государственные Думы).

22. Россия в период с 1907-1914 гг. Третьеиюньская монархия. Реформы П. А. Столыпина.

23. Россия в годы первой мировой войны.

24. Февральская революция 1917 г.: причины, сущность, последствия.

25. Россия от февраля к октябрю 1917г. Выбор путей общественного развития. Октябрьская революция. II Всероссийский съезд Советов.

26. Гражданская война и интервенция в России: причины, этапы, результаты и последствия. Политика "военного коммунизма".

27. НЭП, его сущность и значение.

28. Образование СССР.

29. СССР в конце 1920-х - 1930-е гг.: переход к политике форсированного строительства социализма (индустриализация, коллективизация, культурная революция).

30. Внешняя политика СССР в предвоенные годы.

31. СССР во Второй мировой и Великой Отечественной войне. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма.

32. СССР в послевоенные годы. Внутренняя и внешняя политика (1945-1953).

33. Период хрущевской "оттепели" (1953-1964 гг.).

34. Внутренняя и внешняя политика СССР в 1964-1984 гг. Нарастание кризисных явлений.

35. "Перестройка" в СССР: цели, основные этапы и результат.

36. Внутренняя и внешняя политика России в 90-е гг. XX в. - начале XXI в.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр).

**Экзамен** по дисциплине «*История*» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

|  |  |
|--|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой<br>истории и<br>политологии<br>Н. М. Селивёрстова<br>(Подпись) (И. О. Фамилия)<br>« » 20 г.                     | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b><br><b>Российский химико-технологический университет</b><br><b>имени Д. И. Менделеева</b><br><b>Кафедра истории и политологии</b><br><b>Код и наименование направления подготовки</b><br><b>19.03.01 – «Биотехнология»</b> |
| <b>Билет № 7</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внутренняя и внешняя политика Ивана IV.</li> <li>2. Россия в годы первой мировой войны.</li> </ol> |  |

### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 9.1. Рекомендуемая литература

##### А. Основная литература

1. Орлов А.С., Георгиев В.А, Георгиева Н.Г. История России. (с ил.). Уч., 2-е изд. М.: Проспект, 2020. 680 с.
2. История России: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ Н. А. Захарова, Л. Б. Брежнева, М. А. Голланд, Т. А. Левченкова, Н. М. Селиверстова, О. В. Шемякина ; под ред. Н. А. Захаровой. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. 99 с.

##### Б. Дополнительная литература

1. Блок М. Апология истории или ремесло историка. М.: Наука, 1986. 256 с.
2. Голиков А. Т., Круглова Т. А. Источниковедение отечественной истории. Учебн., 4-е изд. М.: Академия, 2010. 464 с.
3. Жукова Л.А., Кацва Л.А. История России в датах: Справочник. М.: Проспект, 2011. 320 с.
4. Земцов Б. Н., Шубин А. В., Данилевский И. Н. История России : учеб. пособие для втузов. СПб.: Питер, 2013. 414 с.

5. История. Рабочая тетрадь: учебно-методическое пособие/ сост. Н. А. Захарова, Л. Б. Брежнева, Т. А. Левченкова, Н. М. Селивёрстова, О. В. Шемякина; под ред. Н. А. Захаровой. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 132 с.
6. История Отечества с древнейших времен до начала XXI века: Учеб. пособие / Под ред. М. В. Зотовой. М.: ООО «Издательство Астрель», 2004. 526 с.
7. Зуев М. Н. История России: учебное пособие для бакалавров: (для неисторических специальностей). М.: Юрайт, 2012. 655 с.
8. Орлов А.С., Георгиев В.А., Георгиева Н.Г., Сивохина Т.А. Хрестоматия по истории России с древнейших времен до наших дней. Учебное пособие. М.: Проспект, 2020. 592 с.
9. Отечественная история: Учебное пособие/Акылакунова А. К., Брежнева Л. Б., Захарова Н. А., Панкратьева И. А., Селиверстова Н. М. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007. 340 с.
10. Семеникова Л. И. Россия в мировом сообществе цивилизаций. Россия в мировом сообществе цивилизаций: учебное пособие по дисциплине «Отечественная история» для студентов вузов неисторических специальностей. М.: Книжный дом «Университет», 2008. 782 с.
11. Тесты по отечественной истории: учебно-методическое пособие/сост. А. К. Акылакунова, Л. Б. Брежнева, М. А. Голланд, Е. А. Прокофьева, И. А. Панкратьева, Н. М. Селиверстова; под ред. Н. М. Селиверстовой. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. 44 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научной информации

- Презентации к лекциям.

**Российская научная электронная библиотека** (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научные журналы:

- Журнал «Вопросы истории» ISSN 0042-8779
- Журнал «Российская история» ISSN 0869-5687
- Электронный научно-образовательный журнал «История» ISSN 2079-8784 :  
<http://history.jes.su/about.html>

**Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет (при необходимости):**

- <http://www.archeologia.ru/>

Портал электронных информационных ресурсов по археологии и истории Евразии с древности до нового времени. Основу Портала составляет открытая электронная библиотека по археологии, истории и смежным дисциплинам, включающая в себя научные и научно-популярные издания, учебники, статьи, публикации исторических источников и материалов раскопок, отчёты.

– <http://Annales.info/sbo/contens/vi.htm>

Архив журнала «Вопросы истории»

– <http://www.hist.msu.ru/ER/index.html>

Библиотека электронных ресурсов исторического факультета Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова. Представлена полнотекстовая коллекция исторических первоисточников разных периодов отечественной и мировой истории.

– <http://www.hrono.info/>

ХРОНОС — всемирная история в Интернете (ХРОНОС) — Хронологические таблицы с древнейших времен до настоящего времени. Библиотека: исторические источники, книги, статьи. Биографический и предметный указатели. Генеалогические таблицы. Страны и государства. Перечень исторических организаций. Религии мира. Методика преподавания истории. Всемирная история в интернете. Множество материалов по истории России: «Русское время», Русь начальная по векам, всемирная история множество биографических материалов по историческим личностям, тематические таблицы: афинские архонты, римские консулы, военно-политическая хронология франков, история папства, крестовые походы (1096—1270 гг.), кровавая смута 1605—1618 годов, великая французская революция, русская культура в XVIII—XIX веке, революция в России 1905—1907, первая мировая война, революция 1917 г. в России, хроника распада России в 1917 году, гражданская война 1918—1920 в России, вторая мировая война, СССР при Хрущёве, карибский кризис, перестройка, войны и военные конфликты XX века и многое другое.

– <http://historic.ru/>

Всемирная история — Новости. Энциклопедия. Библиотека по истории. Карты электронной библиотеки. Исследования. Поиск по сайту. Ссылки.

– <http://historic.ru/about/author.shtml>

Проект «Всемирная история» создан в образовательных целях. Включает накопленный за советский период материал в виде книг, изданных в СССР, царской России и дополнен текущими исследованиями по всемирной истории и новостными статьями.

– <http://old-rus.narod.ru/>

Древнерусские карты. Хронограф. Великие князья и цари. Русские патриархи и митрополиты. Служилые чины и звания. Власть в древней Руси. Статьи и исследования.

– <http://www.praviteli.org/>

Целью создания данного электронного ресурса является изложение истории России и Советского Союза в контексте архонтологии — исторической дисциплины, изучающей историю должностей в государственных, международных, политических, религиозных и других общественных структурах. В число политических деятелей, чьи краткие биографии представлены в «Правителях России и Советского Союза» включены в основном те, кто занимал государственные посты, эквивалентные

современным понятиям «глава государства» и «глава правительства». Также представлена информация о структуре высшего руководства Коммунистической партии Советского Союза и ее предшественников.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций (общее число слайдов – 280);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 250);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 г. составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «История» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

**11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Аудитория, обеспеченная компьютером и мультимедийным проектором (обеспечение презентаций лекций и самостоятельных разработок студентов).

**11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Карты по истории.

**11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

**11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные и учебно-методические пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы, электронные презентации к разделам лекционных курсов.

**11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п/п | Наименование программного продукта                    | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                               | Срок окончания действия лицензии  | Возможность дистанционного использования |
|-------|---|---------------------------------------|---|---|--|
| 1     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                  | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | бессрочно   | Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах. | Нет                                      |
| 2.    | Microsoft Office Standard 2013                        | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.  | Нет                                      |
| 3.    | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.  | Нет                                      |

|  |   |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> |  | перехода на обновлённую версию продукта) |  |  |
|--|---|--|--|--|--|

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|---|---|
| <p style="text-align: center;"><b>Раздел 1.</b></p> <p>Особенности становления государственности в России.</p> | <p><i>Знает:</i> основные направления, проблемы и методы исторической науки; основные этапы и ключевые события истории России и мира; особенности развития российского государства, выдающихся деятелей отечественной и всеобщей истории;</p> <p><i>умеет:</i> соотносить общие исторические процессы и отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы; формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории;</p> <p>– <i>владеет:</i> представлениями об истории как науке, ее месте в системе гуманитарного знания; представлениями об основных</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1.</p> <p>Оценка за реферат.</p> <p>Оценка за экзамен.</p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | этапах в истории человечества и их хронологии; категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины; навыками анализа исторических источников.  |   |
| <b>Раздел 2.</b><br>Российская империя в XVIII- начале XX в.        | <i>Знает:</i> основные направления, проблемы исторической науки; основные этапы и ключевые события истории России и мира; особенности развития российского государства, выдающихся деятелей отечественной и всеобщей истории;<br><i>умеет:</i> соотносить общие исторические процессы и отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы; формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории;<br>– <i>владеет:</i> представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии; категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины; навыками анализа исторических источников. | Оценка за контрольную работу №2<br>Оценка за реферат<br>Оценка за экзамен |
| <b>Раздел 3.</b><br>От советского государства к современной России. | <i>Знает:</i> основные направления, проблемы исторической науки; основные этапы и ключевые события истории России и мира; особенности развития российского государства, выдающихся деятелей отечественной и всеобщей истории;<br><i>умеет:</i> соотносить общие исторические процессы и  | Оценка за контрольную работу №3<br>Оценка за реферат<br>Оценка за экзамен |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы; формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории; – <i>владеет</i>: представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии; категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины; навыками анализа исторических источников.</p> |  |
|--|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«История»**  
для **19.03.01 «Биотехнология»**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                  |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Физическая культура и спорт»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

(Код и наименование направления подготовки)

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**

(Наименование профиля подготовки)

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021 г.**

Программа составлена:

доцентом кафедры физического воспитания Т.Н. Акуловой

доцентом кафедры физического воспитания О.В. Носик

к.п.н., профессором кафедры физического воспитания С.И. Сучковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физического воспитания « 12 » мая 2021 г., протокол № 13

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой физического воспитания** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина **«Физическая культура и спорт»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической культуры и спорта.

**Цель дисциплины** – формирование мировоззрения и культуры личности, гражданской позиции, нравственных качеств, чувства ответственности, самостоятельности в принятии решений, способности использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

**Задачи дисциплины** – заключаются в использовании приобретенных знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни для:

- повышения работоспособности, сохранения и укрепления здоровья;
- подготовки к профессиональной деятельности и службе в Вооруженных Силах Российской Федерации;
- организации и проведения индивидуального, коллективного и семейного отдыха;
- формирования здорового образа жизни.

Дисциплина **«Физическая культура и спорт»** преподается в 1 и 4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **общекультурных компетенций**:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8)

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- историю физической культуры и спорта, представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня, важнейшие достижения в области спорта;
- спортивные традиции РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнить о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг.

*Уметь:*

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности.

*Владеть:*

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                             | Всего    |           | Семестр      |           |              |           |
|---|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
|   |          |           | 1 семестр    |           | 4 семестр    |           |
|   | ЗЕ       | Акад. ч.  | ЗЕ           | Акад. ч.  | ЗЕ           | Акад. ч.  |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 2        | 72        | 1            | 36        | 1            | 36        |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>  | <b>2</b> | <b>72</b> | <b>1</b>     | <b>36</b> | <b>1</b>     | <b>36</b> |
| Лекции (Лек)                                    | 0,2      | 8         | 0,1          | 4         | 0,1          | 4         |
| Практические занятия (ПЗ)                       | 1,8      | 64        | 0,9          | 32        | 0,9          | 32        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                  |          |           | <b>Зачет</b> |           | <b>Зачет</b> |           |

| Виды учебной работы | Всего | Семестр |
|---------------------|-------|---------|
|---------------------|-------|---------|

|   |          |             | 1 семестр    |             | 4 семестр    |                 |
|---|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|-----------------|
|   | ЗЕ       | Астр<br>.ч. | ЗЕ           | Астр<br>.ч. | ЗЕ           | Аст<br>р.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | <b>2</b> | <b>54</b>   | <b>1</b>     | <b>27</b>   | <b>1</b>     | <b>27</b>       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>  | <b>2</b> | <b>54</b>   | <b>1</b>     | <b>27</b>   | <b>1</b>     | <b>27</b>       |
| Лекции (Лек)                                    | 0,2      | 6           | 0,1          | 3           | 0,1          | 3               |
| Практические занятия (ПЗ)                       | 1,8      | 48          | 0,9          | 24          | 0,9          | 24              |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                  |          |             | <b>Зачет</b> |             | <b>Зачет</b> |                 |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п  | Раздел дисциплины  | Академ. часов |          |          |          |          |
|-----------|--|---------------|----------|----------|----------|----------|
|           |  | Всего         | Лек      | МПЗ      | ППФ<br>П | КР       |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Предмет «Физическая культура и спорт». История ФКиС</b>         | <b>18</b>     | <b>2</b> | <b>6</b> | <b>9</b> | <b>1</b> |
| 1.1       | Предмет физическая культура и спорт  | 9             | 1        | 3        | 4,5      | 0,5      |
| 1.2       | История спорта   | 9             | 1        | 3        | 4,5      | 0,5      |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Основы здорового образа жизни (ЗОЖ)</b>                         | <b>18</b>     | <b>2</b> | <b>6</b> | <b>9</b> | <b>1</b> |
| 2.1       | Врачебный контроль и самоконтроль на занятиях физической культурой и спортом | 9             | 1        | 3        | 4,5      | 0,5      |
| 2.2       | Гигиеническое обеспечение занятий оздоровительной физической культурой       | 9             | 1        | 3        | 4,5      | 0,5      |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. Биологические основы физической культуры и спорта</b>           | <b>18</b>     | <b>2</b> | <b>6</b> | <b>9</b> | <b>1</b> |
| 3.1       | Биологические основы физической культуры и спорта                            | 9             | 1        | 3        | 4,5      | 0,5      |
| 3.2       | Образ жизни и его отражение в профессиональной деятельности                  | 9             | 1        | 3        | 4,5      | 0,5      |

|          |   |           |          |           |           |          |
|----------|---|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| <b>4</b> | <b>Раздел 4. Профессионально-прикладная физическая культура и спорт</b>       | <b>18</b> | <b>2</b> | <b>6</b>  | <b>9</b>  | <b>1</b> |
| 4.1      | Общая физическая и спортивная подготовка студентов в образовательном процессе | 9         | 1        | 3         | 4,5       | 0,5      |
| 4.2      | Физическая культура и спорт в профессиональной деятельности обучающегося      | 9         | 1        | 3         | 4,5       | 0,5      |
|          | <b>ИТОГО</b>  | <b>72</b> | <b>8</b> | <b>24</b> | <b>36</b> | <b>4</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

Каждый Раздел программы состоит из подразделов и имеет структуру:

- лекции (или теоретический Раздел);
- практический Раздел (состоит из: методико-практических занятий (МПЗ) и учебно-тренировочных занятий (профессионально-прикладная физическая подготовка, ППФП);
- контрольный Раздел (КР).

**Теоретический подраздел** формирует систему научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного творческого использования для личностного и профессионального развития; самосовершенствования, организации здорового образа жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности.

**Методико-практические занятия** предусматривают освоение основных методов и способов формирования учебных, профессиональных и жизненных умений и навыков средствами физической культуры и спорта.

На методико-практических занятиях уделяется внимание:

- основным проблемам спортивной тренировки;
- влиянию физических упражнений на формирование профессиональных качеств будущего специалиста и личности занимающегося;
- воздействию средств физического воспитания на основные физиологические системы и звенья опорно-двигательного аппарата занимающегося;
- вопросам проведения соревнований (правила соревнований, система розыгрышей, определение победителей, оборудование и инвентарь).

**Профессионально-прикладная подготовка** проводится с учетом будущей профессиональной деятельности студента.

Учебно-тренировочные занятия базируются на широком использовании теоретических знаний и методических умений, на применении разнообразных средств физической культуры, спортивной и профессионально-прикладной физической подготовки студентов.

**Контрольный подраздел.** Критерием успешности освоения учебного материала является оценка преподавателя, учитывающая *регулярность посещения обязательных учебных занятий*, знаний теоретического раздела программы и выполнение установленных на данный семестр контрольных

тестов общей физической и теоретической подготовки для отдельных групп различной спортивной направленности. КР входит в практические занятия.

## **Раздел 1. Предмет Физическая культура и спорт. История ФКиС**

1.1. ПРЕДМЕТ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра. Организация учебного процесса в рамках действующей рейтинговой системы. Требования к зачету.

1.2. ИСТОРИЯ СПОРТА. Происхождение физических упражнений и игр. Древние олимпиады. Олимпийское движение. Возникновение и первоначальное развитие международного спортивного и олимпийского движения. Первые олимпийские старты русских спортсменов. Российский олимпийский комитет: история становления, наши дни. Параолимпийское движение. Дефлимпийские игры. Специальные олимпиады. Спортивные общества: история физкультурно-спортивных общественных организаций. Борьба спортсменов против фашизма в годы второй мировой и Великой отечественной войны

### **МПЗ:**

Тема № 1 (2 часа). Методики эффективных и экономных способов овладения жизненно важными умениями и навыками.

Тема № 2 (2 часа). Простейшие методы самооценки работоспособности, утомляемости и применение средств физической культуры для их направленной коррекции.

### **ППФП:**

Основные задачи:

- определение уровня состояния здоровья и физической подготовленности студентов по тестовой программе;
- осуществление взаимосвязи в освоении знаний, двигательных умений и навыков;
- формирование у студентов опыта подбора и практических реализаций собственных оздоровительных или тренировочных программ.

## **Раздел 2. Основы здорового образа жизни**

2.1. ВРАЧЕБНЫЙ КОНТРОЛЬ И САМОКОНТРОЛЬ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ. Врачебный контроль и врачебное освидетельствование. Методика обследования: краткая и углубленная. Диагностика и самодиагностика состояния организма. Педагогический контроль. Самоконтроль: его основные методы, показатели, критерии и оценки. Показатели самоконтроля: объективные и субъективные. Дневник самоконтроля. Использование отдельных методов контроля при регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом. Коррекция содержания и методики занятий по результатам показателей контроля. Профилактика спортивного травматизма. Основные виды травм у разных специализаций. Оказание первой помощи для студентов вузов химико-технологического профиля.

**2.2. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ.** Гигиена физического воспитания и спорта. Основные гигиенические требования к занятиям оздоровительными физическими упражнениями; к структуре, содержанию и нормированию нагрузок на одном занятии. Гигиена закаливания. Физиологическая роль и гигиеническое значение белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ. Режим питания при занятиях физической культурой и спортом. Социальная гигиена. Социально-опасные болезни и меры профилактики.

**МПЗ:**

Тема № 3 (2 часа). Методы самоконтроля и физического развития (стандарты, индексы, номограммы, формулы и др.) за функциональным состоянием организма (функциональные пробы).

Тема № 4 (2 часа). Основное гигиеническое требование к занятиям физическими упражнениями. Диагноз и краткая характеристика заболевания. Влияние заболевания на личную работоспособность и самочувствие.

**ППФП:**

Основные задачи:

- определение уровня состояния здоровья и физической подготовленности студентов по тестовой программе;
- осуществление взаимосвязи в освоении знаний, двигательных умений и навыков;
- формирование у студентов опыта подбора и практических реализаций собственных оздоровительных или тренировочных программ.

**Раздел 3. Биологические основы физической культуры и спорта**

**3.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА.**

Организм человека как единая саморазвивающаяся биологическая система. Анатомо-морфологическое строение и основные физиологические функции организма, обеспечивающие двигательную активность. Физическое развитие человека. Роль отдельных систем организма в обеспечении физического развития, функциональных и двигательных возможностей организма человека. Двигательная активность и ее влияние на устойчивость, и адаптационные возможности человека к умственным и физическим нагрузкам при различных воздействиях внешней среды. Утомление при физической и умственной работе. Значение мышечной релаксации (расслабления). Восстановление.

**3.2. ОБРАЗ ЖИЗНИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.** Здоровье человека как ценность. Факторы его определяющие. Влияние образа жизни на здоровье. Здоровый образ жизни и его составляющие. Основные требования к организации здорового образа жизни. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Физическое самовоспитание и самосовершенствование в здоровом образе жизни. Социальный характер последствий для здоровья от употребления наркотических средств и других психоактивных веществ (ПАВ), допинга и пищевых добавок в спорте, алкоголя и табакокурения. Допинг как

искусственное повышение физической работоспособности и его отрицательные последствия.

### **МПЗ:**

Тема № 5 (2 часа). Методика индивидуального подхода и применение средств направленного развития отдельных физических качеств.

Тема № 6 (2 часа). Методы оценки и коррекции осанки и телосложения.

### **ППФП:**

Основные задачи:

- определение уровня состояния здоровья и физической подготовленности студентов по тестовой программе;
- осуществление взаимосвязи в освоении знаний, двигательных умений и навыков;
- формирование у студентов опыта подбора и практических реализаций собственных оздоровительных или тренировочных программ.

## **Раздел 4. Профессионально-прикладная физическая культура и спорт**

**4.1. ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ И СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ.** Методические принципы физического воспитания. Основы и этапы обучения движениям. Развитие физических качеств. Формирование психических качеств в процессе физического воспитания. Общая физическая подготовка, её цели и задачи. Зоны интенсивности и энергозатраты при различных физических нагрузках. Значение мышечной релаксации при занятиях физическими упражнениями. Возможность и условия коррекции общего физического развития, телосложения, двигательной и функциональной подготовленности средствами физической культуры и спорта. Специальная физическая подготовка, её цели и задачи. Спортивная подготовка. Структура подготовленности спортсмена. Массовый спорт и спорт высших достижений, их цели и задачи. Спортивные соревнования как средство и метод общей и специальной физической подготовки студентов. Юношеские олимпиады. Спортивная классификация. Система студенческих спортивных соревнований: внутривузовские, межвузовские, всероссийские и международные. Студенческие спортивные организации. Индивидуальный выбор студентом видов спорта или систем физических упражнений для регулярных занятий (мотивация и обоснование). Краткая психофизиологическая характеристика основных групп видов спорта и систем физических упражнений.

**4.2. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРА.** Личная и социально-экономическая необходимость психофизической подготовки человека к труду. Определение понятия предварительной специализированной психофизической подготовки (ППФП), её цели, задачи, средства. Место ППФП в системе подготовки будущего специалиста. Факторы, определяющие конкретное содержание ППФП. Методика подбора средств ППФП, организация и формы её проведения. Контроль за эффективностью ППФП студентов. Основные и дополнительные факторы, оказывающие влияние на содержание ППФП по

избранной профессии. Основное содержание ППФП будущего бакалавра и дипломированного специалиста. Производственная физическая культура и спорт. Производственная гимнастика. Особенности выбора форм, методов и средств физической культуры и спорта в рабочее и свободное время специалистов. Профилактика профессиональных заболеваний средствами физической культуры и спорта. Дополнительные средства повышения общей и профессиональной работоспособности. Влияние индивидуальных особенностей и самостоятельных занятий физической культурой и спортом на организм.

**МПЗ:**

Тема № 7 (2 часа). Методика самостоятельного освоения отдельных элементов профессионально-прикладной физической подготовки. Методика проведения производственной гимнастики с учетом условий и характера труда.

Тема № 8 (2 часа). Методика оценки специальной физической и спортивной подготовленности по избранному виду спорта (тесты, контрольные задания для основного и спортивного отделений). Основы судейства по избранному виду спорта (для спортивного отделения).

**ППФП:**

Основные задачи:

- освоение знаний и формирование умений и навыков;
- акцентированное развитие физических и специальных качеств в предстоящей профессиональной деятельности;
- овладение практическими навыками использования тренажерных устройств, приспособлений и оборудования в организации самостоятельных занятий.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 |
|---|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
|   | <b>Знать:</b>  |             |             |             |             |
| 1 | – научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни  | +           | +           | +           |             |
| 2 | – влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек                                   | +           | +           | +           | +           |
| 3 | – способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности   |             | +           | +           |             |
| 4 | – правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности   | +           | +           | +           | +           |
| 5 | – историю физической культуры и спорта, представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня, важнейшие достижения в области спорта       | +           |             |             | +           |
| 6 | – спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнить о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны   | +           |             |             | +           |
|   | <b>Уметь:</b>  |             |             |             |             |
| 7 | – поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности  |             | +           | +           | +           |
| 8 | - использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности | +           | +           | +           | +           |
| 9 | – самостоятельно заниматься физической культурой и спортом   |             | +           | +           | +           |

|  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| 10   | – осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности                                 |   | + | + | + |
| <b>Владеть:</b>  |   |   |   |   |   |
| 11   | – средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования  |   | + | + | + |
| 12   | – должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности                          | + | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общекультурные компетенции</i> : |   |   |   |   |   |
| 13   | способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)   | + | + | + | + |
| 14   | способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8) | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных бакалавром на лекционных занятиях, формирование понимания связей между теоретическими положениями физической культуры и методологией решения практических задач, отраженных в тематике лекций, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

*К практическим занятиям* допускаются студенты, прошедшие медицинский осмотр и определившие свою группу здоровья (основную или подготовительную). Студенты, получившие группу здоровья специальную медицинскую «А» или «Б» обучаются по программе «Адаптивная физическая культура и спорт».

Исключение делается студентам в первом семестре, для которых это правило действует сразу после прохождения учебной группой медицинского осмотра по графику, составляемому учебным управлением университета. До этого, физические нагрузки на занятиях должны быть щадящие с учетом данных, согласно медицинской справке по форме № 086/у, а также опроса студентов о состоянии их здоровья.

Занятия проводятся в двух отделениях: основном и спортивном.

Учебно-тренировочные занятия **в основном учебном отделении**, где занимаются студенты основной и подготовительной медицинских групп, проводятся с направленностью на улучшение общей физической подготовки.

Наполняемость группы не более **20** человек.

В практическом разделе используются упражнения по общей физической подготовке, также могут использоваться физические упражнения из различных видов спорта, оздоровительных систем физических упражнений. На занятиях могут применяться тренажеры и компьютерно-тренажерные системы.

Практический учебный материал для студентов **спортивного отделения**. Обеспечивается дальнейшее повышение уровня общефизической и специальной физической подготовки студентов. Особое место отводится формированию основ знаний, умений и навыков организации самостоятельных занятий, использованию тренажеров и различного спортивного инвентаря для физического совершенствования. Студенты спортивного отделения могут заниматься по индивидуальному графику по избранным видам спорта с выполнением зачетных требований в установленные сроки. График учебного процесса спортивного отделения должен предусматривать полное изучение тематики теоретического и методического разделов рабочей программы с учетом специфики его организации на спортивном отделении.

Наполняемость группы не более **20** человек.

Перевод студента из одного учебного отделения в другое осуществляется только по завершении семестра, после аттестации в предыдущем отделении.

По медицинским показателям студент может быть переведен в специальное медицинское отделение в любое время в течение всего периода обучения.

Содержание и конкретные средства каждого практического занятия определяются преподавателем учебной группы. Преподаватель несет полную ответственность за соответствие используемых упражнений и их дозировок возможностям каждого отдельного студента.

### **Примерные темы практических занятий по дисциплине**

| Раздел | Тема практических занятий  | Время          |
|--------|--|----------------|
| 1      | Методики эффективных и экономных способов овладения жизненно важными умениями и навыками.  | 2 академ. часа |
|        | Простейшие методы самооценки работоспособности, утомляемости и применение средств физической культуры для их направленной коррекции.   | 2 академ. часа |
| 2      | Методы самоконтроля и физического развития (стандарты, индексы, номограммы, формулы и др.) за функциональным состоянием организма (функциональные пробы).  | 2 академ. часа |
|        | Основное гигиеническое требование к занятиям физическими упражнениями. Диагноз и краткая характеристика заболевания. Влияние заболевания на личную работоспособность и самочувствие.   | 2 академ. часа |
| 3      | Методика индивидуального подхода и применение средств направленного развития отдельных физических качеств.   | 2 академ. часа |
|        | Основы методики самомассажа. Методы оценки и коррекции осанки и телосложения.  | 2 академ. часа |
| 4      | Методика самостоятельного освоения отдельных элементов профессионально-прикладной физической подготовки. Методика проведения производственной гимнастики с учетом условий и характера труда.   | 2 академ. часа |
|        | Методика оценки специальной физической и спортивной подготовленности по избранному виду спорта (тесты, контрольные задания для основного и спортивного отделений). Основы судейства по избранному виду спорта (для спортивного отделения). | 2 академ. часа |

### **Взаимосвязь методико-практического и учебно-тренировочного занятий**

|  |                 |
|--|-----------------|
| <p><i>Методико-практическое занятие.</i><br/> Тема: Методика индивидуального подхода и применение средств направленного развития отдельных физических качеств:<br/> Изучение качества «гибкость»</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- что такое «гибкость»;</li> <li>- индивидуальные особенности освоения качества «гибкость»;</li> <li>- показания и противопоказания к развитию качества «гибкость»;</li> <li>- комплекс упражнений на развитие качества «гибкость»;</li> <li>- подведение итогов занятия: что удалось/не удалось в освоении качества «гибкость»; физическая, мышечная усталость организма после проведения практического раздела занятия</li> </ul>  | 2 акад.<br>часа |
| <p><i>Учебно-тренировочное занятие (профессионально-прикладная физическая подготовка).</i><br/> Тема: Развитие и укрепление мышц брюшного пресса.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- что такое брюшной пресс и где он находится;</li> <li>- для чего необходимо укреплять мышцы брюшного пресса;</li> <li>- тест из Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «ГТО» на укрепление мышц брюшного пресса (рассматривается V и VI ступени комплекса), правильность выполнения тестового норматива, критерии для выполнения норматива на золотой, серебряный и бронзовый значки;</li> <li>- разминочный комплекс;</li> <li>- основное время занятия: практическое обучение бакалавра навыкам выполнения упражнений на укрепление мышц брюшного пресса;</li> <li>- контрольный раздел занятия – правильность выполнения изучаемых упражнений;</li> <li>- комплекс упражнений на расслабление;</li> <li>- подведение итогов практического занятия</li> </ul> | 2 акад.<br>часа |

## 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа учебным планом не предусмотрена

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина «*Физическая культура и спорт*» включает 4 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе, а также регулярное посещение практических занятий: методических и профессионально-прикладных.

Рабочая программа дисциплины предусматривает освоение лекционного материала, выполнение методико-практического задания по ППФП, а также подготовку и написание тестовых заданий по тематике дисциплины в 1 и 4 семестрах обучения. Эти работы выполняются в часы, в рамках текущего контроля освоения дисциплины.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за практические занятия (максимальная оценка – 32 балла), посещения лекций (максимальная оценка – 4 балла), выполнение тестовых заданий – максимальная оценка 20 баллов) и написание и защиты ТИР (тематической исследовательской работы по истории спорта) – максимальная оценка 44 балла

### 1 курс, I семестр (осенний)

(Группа здоровья основная, специальная)

| Месяц            | Методико-практические занятия<br>(контактная работа) |                 | Лекции                       |                | Текущий и итоговый контроль                            |           |
|------------------|--|-----------------|------------------------------|----------------|--|-----------|
|                  | Освоенные часы<br>(практ. занятия)                   | баллы           | Освоенные часы               | баллы          | Вид контроля   | баллы     |
| Сентябрь         | 8 часов (4 занятия)                                  | 8 баллов        | 2 часа<br>(1 занятие)        | 2 балла        | -  | -         |
| Октябрь          | 8 часов (4 занятия)                                  | 8 баллов        | -                            | -              | Тестовое<br>тематическое<br>задание                    | 10 баллов |
| Ноябрь           | 8 часов (4 занятия)                                  | 8 баллов        | 2 часа<br>(1 занятие)        | 2 балла        | Тестовое<br>тематическое<br>задание                    | 10 баллов |
| Декабрь          | 8 часов (4 занятия)                                  | 8 баллов        | -                            | -              | тематическо-<br>исследовательск<br>ая работа<br>(ТИР)* | 44 балла  |
| Всего в семестре | <b>32 часа</b><br>(16 занятий)                       | <b>32 балла</b> | <b>4 часа</b><br>(2 занятия) | <b>4 балла</b> | <b>64 балла</b>  |           |
| <b>ИТОГО</b>     | <b>36 часов / 100 баллов</b>                         |                 |                              |                |  |           |

**2 курс, IV семестр (весенний)**  
(Группа здоровья основная, специальная)

| Месяц            | Методико-практические занятия<br>(контактная работа) |                 | Лекции                      |                | Текущий и итоговый контроль                                      |           |
|------------------|--|-----------------|-----------------------------|----------------|--|-----------|
|                  | Освоенные часы<br>(практ. занятия)                   | баллы           | Освоенные часы              | баллы          | Вид контроля   | баллы     |
| Февраль          | 8 часов (4занятия)                                   | 8 баллов        | 2 часа<br>(1занятие)        | 2 балла        | -  | -         |
| Март             | 8 часов (4 занятия)                                  | 8 баллов        | -                           | -              | Тестовое<br>тематическое<br>задание                              | 10 баллов |
| Апрель           | 8 часов (4 занятия)                                  | 8 баллов        | 2 часа<br>(1занятие)        | 2 балла        | Тестовое<br>тематическое<br>задание                              | 10 баллов |
| Май              | 8 часов (4 занятия)                                  | 8 баллов        | -                           | -              | <i>тематическо-<br/>исследовательск<br/>ая работа<br/>(ТИР)*</i> | 44 балла  |
| Всего в семестре | <b>32 часа</b><br>(16 занятий)                       | <b>32 балла</b> | <b>4часа</b><br>(2 занятия) | <b>4 балла</b> | <b>64 балла</b>  |           |
| <b>ИТОГО</b>     | <b>36 часов / 100 баллов</b>                         |                 |                             |                |  |           |

### 8.1. Реферативно-аналитическая работа

#### Примерные темы реферативно-аналитической работы

1. Опорно-двигательная система: скелет и кости
2. Опорно-двигательная система: мышцы и их функции
3. Пищеварительная система. Метаболизм
4. Сердечно-сосудистая система.
5. Дыхательная система, ее строение и функции
6. Нервная система, ее строение
7. Органы чувств.
8. Лечебная физкультура при заболеваниях органов дыхания
9. Лечебная физкультура при вегето-сосудистой дистонии
10. Лечебная физическая культура при ожирении.
11. Мышечный корсет.
12. Анатомия и функция подвздошно-поясничной мышцы.
13. Шейный отдел позвоночника.
14. Глубокие мышцы спины.
15. Большая круглая мышца мышечного корсета.
16. Трапециевидная мускулатура.
17. Виды мышц.
18. Средства и методы развития силовых способностей
19. Взаимосвязь координации движений с отдельными показателями умственных способностей
20. Выносливость и методика её воспитания
21. Физические упражнения для улучшения эмоционального состояния.

22. Спорт как способ объединения людей.
23. Спорт для повышения самооценки.
24. Источники энергии для физической активности.
25. Спортивное питание.
26. Вода и тренировки: зачем пить воду.
27. Расстройства пищевого поведения.
28. Средства восстановления
29. Значение витаминов для людей, ведущих спортивный образ жизни
30. Спорт и допинг
31. Физические упражнения для улучшения эмоционального состояния
32. Спорт как способ объединения людей.
33. Спорт для повышения самооценки.
34. Источники энергии для физической активности.
35. Спортивное питание
36. Вода и тренировки: зачем пить.
37. Расстройства пищевого поведение.
38. Средства восстановления.
39. Значение витаминов для людей, ведущих спортивный образ жизни
40. Спорт и допинг

**Темы для ТИР – тематическо-исследовательской работы по истории спорта**

**1 семестр**

**Раздел 1. ТИР «Подвиг спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг»**

| Буква фамилии  | Тема  |
|--|---|
| <b>1. Великая Отечественная война 1941-1945гг.<br/>Первый период (22 июня 1941 г. — 18 ноября 1942 г.)</b> |   |
| <b>А - Б</b>   | Летние оборонительные бои. Пограничные заставы. Брестская крепость.<br>Битва за Ленинград. Блокада Ленинграда.<br>Спортсмены:<br>- Малинко Григорий Васильевич (борьба)<br>- Тюкалов Юрий (гребля на байдарках и каноэ)<br>- Павличенко Людмила Михайловна (стрелковый спорт))<br>- Набутов Виктор Сергеевич (футбол) |
| <b>В - Г</b>   | Московская битва:<br>– оборонительная до 05.12.1941г.,<br>- наступательная 05.12.41-20.04.42г.<br>Подвиг героев Панфиловцев<br>Бои на кавказском направлении  |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>Спортсмены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Капчинский Анатолий Константинович (конькобежец)</li> <li>- Чукарин Виктор Иванович (гимнаст)</li> <li>- Летуев Юрий Николаевич (легкоатлет)</li> <li>- Островерхов Виталий Андреевич (боксер)</li> </ul>   |
| <b>Д - Е</b>   | <p>Героическая оборона Сталинграда (17.07. – 18.11.42г.)<br/> Ржевско-Вяземская операция (08.01. – 20.04.42г.)<br/> Ржевско-Сычевская операция<br/> (І – 23.04.1942г.; ІІ – «Марс» - 25.11-20.12.42г.)</p> <p>Спортсмены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Булочкин Георгий Иванович (разносторонний спортсмен: лыжи, футбол, легкая атлетика)</li> <li>- Петрова Нина Павловна (стрелковый спорт)</li> <li>- Авакян Аркадий Абардович (штангист)</li> <li>- Чумакова (Малышева) Роза Степановна (академические лодки)</li> </ul> |
| <p><b>2. Великая отечественная война.</b><br/> <b>Второй период (19 ноября 1942 г. — конец 1943 г)</b></p> |   |
| <b>Ж – З</b>   | <p>Контрнаступление под Сталинградом (19.11.42г.).<br/> Окружение немецко-фашистской группировки Паулюса Ф.<br/> Освобождение Северного Кавказа.</p> <p>Спортсмены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Королев Николай Федорович (боксер)</li> <li>- Гвоздева Галина Иннокентьевна (конный спорт)</li> <li>- Кременский Дмитрий Иванович (боксер)</li> <li>- Ермолаев Григорий Павлович (легкоатлет)</li> </ul>   |
| <b>И – К</b>   | <p>Прорыв блокады Ленинграда.<br/> Курская битва (июль-август 1943г.)</p> <p>Спортсмены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мешков Леонид Карпович (пловец)</li> <li>- Попович Марина Лаврентьевна (авиационный спорт)</li> <li>- Алексеев Виктор Ильич (легкоатлет)</li> <li>- Бучин Александр Николаевич (мотогонки)</li> </ul>   |
| <b>Л - М</b>   | <p>Битва под Прохоровкой.<br/> Битва за Днепр (август-декабрь 1943г.).</p> <p>Спортсмены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ефремов Василий Сергеевич (тяжелая атлетика)</li> <li>- Преображенский Сергей Андреевич (бокс, вольная борьба)</li> <li>- Воробьев Аркадий Никитич (тяжелая атлетика)</li> <li>- Нырков Юрий Александрович (футбол)</li> </ul>   |
| <p><b>2. Великая отечественная война.</b><br/> <b>Третий период (начало 1944 г. — 9 мая 1945 г)</b></p>    |   |

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Н - О</b>         | Битва за Правобережную Украину.<br>Белорусская операция.<br>Прибалтийская операция<br>Операция по освобождению Крыма.<br>Спортсмены:<br>- Митропольский Леонид Александрович (легкая атлетика)<br>- Белаковский Олег Маркович (спортивный врач)<br>- Панин-Коломенкин Николай Александрович (фигурное катание)<br>- Штейн Николай Владимирович (бокс)                              |
| <b>П - Р</b>         | Будапештская операция.<br>Висло-Одерская операция.<br>Восточно-Прусская операция.<br>Пражская операция.<br>Битва за Берлин. Подписание акта о безоговорочной капитуляции.<br>Спортсмен:<br>- Галушкин Борис Лаврентьевич (бокс).<br>- Челябинов Дмитрий Алексеевич (тренер)<br>- Троицкий Максим Александрович (академическая гребля)<br>- Балазовский Михаил Романович (волейбол) |
| <b>С - Т</b>         | Партизанское движение.<br>Война на море.<br>Война в воздухе.<br>Спортсмен:<br>- Серафим и Георгий Знаменские (легкая атлетика)<br>- Алексеев Евгений Васильевич (волейбол)<br>- Шеронин Евгений Николаевич (бокс)<br>- Жмельков Владислав Николаевич (футбол)  |
| <b>У - Ф</b>         | Боевые действия в Заполярье.<br>Бои на Карельском перешейке.<br>Спортсмены:<br>- Кулакова Любовь Алексеевна (лыжные гонки)<br>- Трусевич Николай Александрович (футбол)<br>- Пункини Яков Григорьевич (борьба классическая)<br>- Мягков Андрей Владимирович (лыжи)   |
| <b>Х, Ч, Ц, Ш, Щ</b> | «Нормандия Неман».<br>Конвой PQ.<br>Третий фронт. Союзники.<br>Ялтинская конференция.<br>Нюрнбергский процесс.<br>Спортсмены:<br>- Шагинян Грант Амазаспович (гимнаст)<br>- Афанасьева (Смирнова) Анна Титовна (волейбол)  |

|                |   |
|----------------|---|
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мамедов Ахмед Оглы (штангист)</li> <li>- Дурейко Игорь Васильевич (плавание)</li> </ul>  |
| <b>Э, Ю, Я</b> | <p>Маршалы ВОВ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Георгий Константинович Жуков.</li> <li>- Александр Михайлович Василевский.</li> <li>- Иван Степанович Конев.</li> <li>- Леонид Александрович Говоров.</li> <li>- Константин Константинович Рокоссовский.</li> <li>- Родион Яковлевич Малиновский.</li> <li>- Федор Иванович Толбухин.</li> <li>- Кирилл Афанасьевич Мерецков.</li> <li>- Иосиф Виссарионович Сталин.</li> <li>- Лаврентий Павлович Берия.</li> </ul> <p>Спортсмены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Абалаков Виталий Михайлович (альпинизм)</li> <li>- Донской Александр (штангист)</li> <li>- Душман Давид Александрович (фехтовальщик)</li> <li>- Миронов Михаил Яковлевич (снайпер)</li> </ul> |

#### **4 семестр**

##### **Раздел 4. ТИР. Практическая работа «История спорта»**

1. Фамилия на «А»: Возникновение и первоначальное развитие физической культуры и спорта (ФКиС) в первобытном обществе:

- Происхождение физических упражнений и игр;
- Игры и физические упражнения в родовом обществе.

2. Фамилия на «Б»: ФКиС в государствах древнего мира:

- Древний Восток;
- Древняя Греция;
- Олимпийские праздники и другие гимнастические агоны;
- Древний Рим.

3. Фамилия на «В»: ФКиС в средние века:

- Европа;
- Азия, Африка, Америка;
- Возвращение забытых олимпийских традиций.

4. Фамилия на «Г»: ФКиС в новое время:

- Становление и развитие научно-педагогических основ физического воспитания и спорта;
- Гимнастические системы;
- Физическое воспитание и спорт в колониальных и зависимых странах;
- Любительский и профессиональный спорт;
- Физическое воспитание и спорт накануне и в годы первой мировой войны.

5. Фамилия на «Д»: ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны:

- Германия, Италия, Япония;
- США, Франция, Великобритания, Скандинавские и другие страны;
- Развитие рабочего спорта в странах мира;
- Борьба спортсменов против фашизма в годы второй мировой войны.

6. Фамилия на «Е - Ё»: ФКиС после второй мировой войны:

- Развитые страны Запада:
  - а) физическое воспитание и спорт в учебных заведениях;
  - б) самодеятельное спортивно-гимнастическое движение;
- Развивающиеся страны;
- Бывшие социалистические страны (конец 40-х – конец 80-х гг.);
- Страны мира в конце XX века.

### **Физическая культура и спорт в России**

7. Фамилия на «Ж-З»: ФКиС нашей страны с древнейших времен до XVIII века:

- Физические упражнения и игры до образования древнерусского государства (до IX в. Н.э.);
- Физическая культура в Российском государстве (IX-XVII вв.);
- Вопросы физического воспитания в медицинской и педагогической литературе эпохи Средневековья.

8. Фамилия на «И-Й»: ФКиС в Российской империи с XVIII в. До второй половины XIX в.:

- Введение физического воспитания в учебных заведениях;
- Военно-физическая подготовка в русской армии;
- Физическое воспитание и спорт в быту народов Российской империи;
- Спорт и игры в быту дворянства;
- Развитие педагогической и естественнонаучной мысли в области физического воспитания.

9. Фамилия на «К»: Развитие ФКиС во второй половине XIX века:

- развитие идейно-теоретических и научных основ системы физического воспитания и спорта;
- Учение П.Ф. Лесгафта о физическом образовании и его педагогическая деятельность;
- Физическая подготовка в учебных заведениях и в армии;
- Создание спортивных клубов и развитие спорта;
- Вступление России в олимпийское движение.

10. Фамилия на «Л»: ФКиС в начале XX века:

- Общественное движение и русский спорт;
- Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях;
- Развитие теории и методики физического воспитания и спорта;
- Развитие спорта и участие русских спортсменов в международных соревнованиях;
- Первые олимпийские старты русских спортсменов. Последователи Бутовского А.Д.;
- Всероссийские олимпиады;
- Русский спорт в годы первой мировой войны;

11. Фамилия на «М»: ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг.

- Состояние спортивно-гимнастического движения в период от февраля до октября 1917 г.;
- Всеобуч и спорт;
- Преобразования в области физического воспитания в школах;
- Первые успехи советского физкультурного движения;
- Выход из олимпийского движения;

12. Фамилия на «Н»: Развитие ФКиС в 20-е годы

- Переход на новые формы и методы организации физического воспитания и руководства физкультурным движением;
- От кружков физкультуры – к спортивным секциям;
- Трудное начало международных спортивных связей.

13. Фамилия на «О»: Развитие ФКиС в 30-е годы

- основные тенденции развития;
- Усиление политизации и военизации;
- Физическое воспитание и спорт среди учащейся молодежи;
- Становление и развитие советской школы спорта;
- Развитие международных спортивных связей.

14. Фамилия на «П»: ФКиС в годы Великой отечественной войны

- Военно-физическая подготовка населения страны в годы войны;
- Советские спортсмены на фронтах войны;
- Физкультурная работа в тылу страны.

15. Фамилия на «Р»: Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР

- Восстановление и дальнейшее развитие физкультурного движения;
- Спартакиады народов СССР;
- Развитие науки о физическом воспитании и спорте;
- Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях.

16. Фамилия на «С-Т»: Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг.

- Выход на мировую спортивную арену;
- Возвращение в олимпийское сообщество;
- Советские спортсмены на олимпийских играх;
- Рост авторитета отечественного спорта на чемпионатах мира, Европы и других соревнованиях.

17. Фамилия на «У-Ф»: ФКиС в России после распада СССР

- Создание Олимпийского комитета России;
- Развитие физкультурно-спортивных общественных организаций;
- Развитие спортивной науки;
- Спорт, соревнования, спартакиады;
- Развитие спорта инвалидов;
- Профессионализация спорта.

18. Фамилия на «Х-Ц»: Российский спорт в международном спортивном и олимпийском движении

- Расширение международных спортивных связей;
- Спортсмены России на Играх Олимпиад и Зимних олимпийских играх;
- Подготовка к играм (указывается очередность игр, город и страна проведения и порядковый номер);

19. Фамилия на «Ч-Ш»: Возникновение и первоначальное развитие Международного спортивного и олимпийского движения:

- Первый Международный атлетический конгресс;
- От олимпийской идеи – к практике олимпийского движения;

20. Фамилия на «Щ-Э»: Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века:

- Расширение международного спортивного движения;
- Игры Олимпиад и Зимние Олимпийские игры;
- МОК и его президенты. Олимпийские конгрессы.

21. Фамилия на «Ю-Я»: Международное спортивное и олимпийское движение во второй половине XX века:

- Олимпизм, МОК и его президенты во второй половине XX в.;
- Игры олимпиад (летние);
- Зимние Олимпийские игры;
- Продолжение олимпийских традиций (Паралимпийские игры);
- Олимпийские конгрессы и проблемы современного олимпийского движения.

*Задание:*

Согласно выбранной теме, описываем поэтапно все события, представленные в задании, уделяем внимание ключевым моментам тематики. Фотографии, графики, схемы, для иллюстративности события – обязательны.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

### **Раздел 1. Примеры вопросов к тестовому тематическому заданию № 1. Тестовое тематическое задание содержит 20 вопросов, по 0,5 баллов за вопрос**

#### **1.1.**

1. Возникновение и первоначальное развитие физической культуры и спорта (ФКиС) в первобытном обществе:
2. ФКиС в государствах древнего мира:
3. ФКиС в средние века:
4. ФКиС в новое время:
5. ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны:
6. ФКиС после второй мировой войны:
7. ФКиС нашей страны с древнейших времен до XVIII века:
8. ФКиС в Российской империи с XVIII в. До второй половины XIX в.:
9. Развитие ФКиС во второй половине XIX века:
10. ФКиС в начале XX века:
11. ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг.
12. Развитие ФКиС в 20-е годы
13. Развитие ФКиС в 30-е годы
14. ФКиС в годы Великой отечественной войны
15. Задачи развития спортивного движения в годы Великой отечественной войны 1941 – 1945 гг.
16. Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР
17. Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг.
18. ФКиС в России после распада СССР
19. Российский спорт в международном спортивном движении
20. Российский спорт в олимпийском движении
21. Возникновение и первоначальное развитие Международного спортивного и олимпийского движения в Российской империи
22. Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века:
23. Международное спортивное и олимпийское движение во второй половине XX века:
24. Паралимпийское движение. Истоки. Зарождение.
25. Первые соревнования. Людвиг Гутман.
26. Россия в паралимпийском движении. Паралимпийский комитет России.
27. Выдающиеся спортсмены паралимпийцы

28. Символы паралимпийского движения.
29. Дефлимпийский игры. История возникновения
30. Символы дефлимпийского движения.
31. Особенности спорта для спортсменов-дефлимпийцев
32. Спортсмены – дефлимпийцы. Требования.
33. Российские спортсмены – дефлимпийцы
34. Особенности дефлимпийского движения.
35. Российский дефлимпийский комитет
36. Специальные олимпиады. История возникновения.
37. Символы специальной олимпиады.
38. Россия в движении Специальных олимпиад.
39. Системы и правила судейства на специальных олимпиадах.
40. Программа «Здоровые олимпийцы».

## 1.2.

1. Дата начала ВОВ?
2. Сколько спортивных обществ существовало в довоенные годы?
3. Что такое спортивное движение «Тысячники» в первые годы войны 1941-1945 гг
4. Чем отличились М. Миронов, И. Вежливцев, Л. Павличенко?
5. Каким спортом занимался В. Абалаков?
6. В чем проявилась «изобретательная жилка» В. Абалакова?
7. Назовите футбольные матчи, вошедшие в историю ВОВ?
8. Какой матч назван матчем смерти?
9. Основная задача Лечебной физической культуры в годы ВОВ?
10. Что такое ОМСБОН (расшифруйте). Основные цели и задачи.
11. Где проходило формирование войск особого назначения?
12. Дата начала формирования особой группы войск НКВД
13. Первый организатор и руководитель особой группы войск
14. Основная деятельность ОМСБОН с 20 октября 1941г., когда Москва была объявлена на осадном положении
15. Сколько ОМСБОНОВцев удостоены звания Героя Советского Союза
16. Достижение Гранта Шагиняня? Укажите вид спорта.
17. Расскажите о подвиге Николая Королева?
18. Укажите вид спорта, каким занимался Николай Королев и его основные довоенные и послевоенные достижения.
19. Когда стартовал первый послевоенный чемпионат страны по футболу?
20. Подвиг Петра Голубева
21. Подвиг Галины Кулаковой
22. Подвиг Людмилы Павличенко
23. Расскажите о «Матче смерти».
24. Расскажите о футбольном матче в осажденном Ленинграде.
25. Расскажите о Сталинградском футбольном матче 1943 года, в чем его особенность.

26. Расскажите о первых послевоенных спортивных соревнованиях.
27. Подвиг братьев Знаменских.
28. Назовите наиболее востребованные «виды спорта» в первые дни войны.
29. Какие Вы знаете произведения о спортсменах в военное время
30. Произведения о спорте после войны (художественные фильмы, книги, песни)
31. Спорт в осажденном Ленинграде.
33. Спорт за колючей проволокой.
34. Особенность спортивного общества «Трудовые резервы»
35. Расскажите о спортсменах-альпинистах (военные действия на кавказском направлении)
36. Детские спортивные секции в годы ВОВ 1941 – 1945 гг.
37. Спорт и авиация. Назовите известных летчиков-спортсменов
38. Спортивные традиции МХТИ (спортивные встречи со спортсменами-ветеранами ВОВ 1941 – 1945 гг.)
39. Сотрудники и студенты МХТИ – участники ВОВ 1941 – 1945 гг.
40. Мои родные в годы ВОВ 1941 – 1945 гг.

**Раздел 2. Примеры вопросов к тестовому тематическому заданию № 2. Тестовое тематическое задание содержит 20 вопросов, по 0,5 баллов за вопрос**

**2.1.**

1. Как определил понятие здоровье Николай Амосов?
2. Где именно должны закладываться знания по физической культуре?
3. Как называется дефицит двигательной активности?
4. К чему приводит дефицит двигательной активности, поразивший наше общество, в том числе и молодежь?
5. Снижение двигательной активности приводит к....
6. Что можно отнести к Профилактике старения?
7. Что является главным принципом физического воспитания?
8. Что такое врачебный контроль?
9. Каких обследование не бывает во врачебном контроле?
10. Что не входит в педагогический контроль?
11. Что не входит в понятие педагогического контроля?
12. На сколько групп делятся учащиеся при занятии физической культурой, учитывающие особенности здоровья?
13. Определение основной группы здоровья?
14. Определение подготовительной группы
14. Что подразумевает под собой понятие «освобожден»?
15. Снижение физической активности
16. Атрофия мышц приводит к
17. Что такое самоконтроль?

18. Самая наиболее простая/эффективная форма наблюдения за самим собою?
19. Что считается самым массовым и простым способом физической нагрузки?
20. Что нужно делать в первую очередь во избежание неприятностей
21. Определение специальной медицинской группы «А»
22. Определение специальной медицинской группы «Б»
23. Задачи основного отделения
24. Задачи спортивного отделения.
25. Метод контроля – расспрос
26. Метод контроля – ощупывание
27. Основные задачи врачебного контроля
28. Что такое предварительное обследование
29. Что такое расширенное обследование
30. Для чего необходим самоконтроль
31. Лестничная проба
32. Проба с приседаниями
33. Проба с подскоками
34. Исходный уровень тренированности
35. Ортостатическая проба
36. Клиноостатическая проба
37. Уровень артериального давления
38. Проба Штанге
39. Дневник самоконтроля 1.: самочувствие, настроение, аппетит, сон, работоспособность, болевые ощущения, пульс, дыхание, ЖЕЛ (жизненная емкость легких), АД (артериальное давление).
40. Дневник самоконтроля 2.: желание заниматься физической культурой и спортом, функциональные пробы, контрольные упражнения (тесты).

## **2.2.**

1. Что не относится к целям гигиены?
2. Что не входит в области изучения гигиены?
3. Что является основной задачей гигиены?
4. Гигиенические мероприятия удовлетворяют запросы?
5. На что не могут быть направлены гигиенические мероприятия?
6. Что не относится к гигиеническим методам?
7. Что происходит в процессе тренировки?
8. Что не входит в обязанности спортивной гигиены?
9. На что не направлено питание?
10. Что такое ассимиляция?
11. Что не входит в характеристики питания?
12. Какие требования к пище неправильные
13. Что такое рациональное питание?
14. Соотношение белков жиров углеводов

15. Может ли быть плохим питанием вызваны нарушения в состоянии здоровья
16. К чему ведет недостаток белков в пище?
17. Какие требования не относятся к правильному распределению пищи
18. Почему нельзя приступать к физической активности вскоре после еды?
19. За какой период времени до тренировки можно употреблять легкие углеводные закуски?
20. Через какое время в организме утилизируется глюкоза, полученная из простых сахаров?
21. Чем чревато избыточное применение витаминов?
22. На сколько повышается потребность воды в организме при увеличении температуры тела на 1 гр?
23. Наиболее частый вид передачи инфекции?
24. Что не характерно для пищевых отравлений?
25. Существует ли специфическая профилактика пищевых токсикоинфекций?
26. Какие виды гигиены известны
27. Что такое «гигиена производства»
28. Что включает в себя понятие «личная гигиена»
29. Что включает в себя понятие «белки», «жиры», «углеводы»
30. Пищевые добавки – витамины.
31. Социально-опасные болезни. Профилактика
32. Заболевания, передающиеся половым путем (ИППП)
33. Туберкулез. Виды и формы. Профилактика
34. Гепатиты. Виды и формы. Система профилактики
35. ВИЧ.
36. Злокачественные образования
37. Диабет
38. Психические расстройства и расстройства поведения
39. Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением
40. Законодательство РФ: Российской Федерации. «О порядке выезда из Российской Федерации и въезда в Российскую Федерацию» «О правовом положении иностранных граждан в РФ» (в разрезе социально-опасных болезней).

**Раздел 3. Примеры вопросов к тестовому тематическому заданию № 3. Тестовое тематическое задание содержит 20 вопросов, по 0,5 баллов за вопрос**

**3.1.**

1. Что такое работоспособность:
2. Чем характеризуется утомление
3. Какие виды утомления бывают?
4. Как вы считаете при переутомлении можно быстро заснуть?
5. За что не «отвечает» вегетативная система организма?

6. Что такое релаксация?
7. Чего нельзя добиться релаксацией?
8. Дайте правильное определение термину – рекреация:
9. Как вы считаете бывает ли стресс «положительным»?
10. Сколько групп разделяют по степени тяжести труда:
11. Сколько возрастных категорий выделяют на сегодняшний день у взрослых людей (расчете на среднесуточное потребление энергии)?
12. К какой категории в соответствии с классификацией трудоспособного населения по величине энергозатрат в сутки относятся студенты?
13. Оптимальные соотношения белков\жиров\углеводов для среднестатистического человека
14. Каких жиров должно быть больше в нормальном рационе питания в среднем?
15. Каких углеводов должно быть больше при нормальном рационе питания, а не для наращивания жировой массы?
16. Что такое личная гигиена?
17. Что не включает в себя понятие гигиена?
18. Какой стереотип деятельности помогает адаптации организма во внешней среде?
19. Какая основная функция кожи нарушается при несоблюдении правил личной гигиены в первую очередь?
20. Что такое рациональный образ жизни:
21. Основная функция одежды?
22. Для чего нужен режим?
23. Напишите какие микроэлементы Вы знаете, необходимые в рационе питания?
24. К чему может привести недостаток микроэлементов?
25. Определение утомления?
26. Опасно ли длительное утомление для здоровья человека?
27. Что не относится к внешним признакам утомления?
28. К каким признакам относятся появление болевых ощущений в мышцах
29. Как субъективно может ощущаться утомление
30. Какой признак не верен в характеристике утомления?
31. Какой термин из классификации утомления лишний?
32. Что из нижеперечисленного нельзя отнести к проявлению утомления:
33. Что происходит с активностью ферментативной системы организма на фоне оmlения:
34. Гликолиз – это
35. Что происходит с дыханием при утомлении?
36. Закаливание это:
37. Изменения цвета кожи, повышенное потоотделение и нарушение координации движений – это
38. Основной поставщик энергии
39. В основные задачи гигиены физической культуры и спорта не входит

40. Гигиена рабочего места – что подразумевается.

### 3.2.

1. Лекарственные препараты, которые применяются спортсменами для искусственного, принудительного повышения работоспособности в период учебно-тренировочного процесса и соревновательной деятельности – это (дописать Допинг)
2. Что относится к допингам:
3. Установите соответствие.
  - 1) Циклические виды спорта    А) прыжки в воду
  - 2) Скоростно-силовые    Б) плавание
  - 3) Сложнокоординационные виды                                        В) бег на 500м
4. Из скольких этапов состоит процедура допинг-контроля:
5. Какие санкции грозят спортсмену, уличенным в применении допинга:
6. В каком году впервые вступил в силу антидопинговый кодекс:
7. Согласно Всемирного антидопингового кодекса, выделяют такие нарушения антидопинговых правил, такие как:
8. С какими причинами связана проблема допинга в спорте:
9. С какого времени началось использование допинга:
10. Кем изначально был использован допинг:
11. Кто стал первым пойманным нарушителем:
12. В каком году была создана комиссия экспертов для борьбы с допингом:
13. К каким видам допинга относятся стимуляторы:
14. Химический агент, вызывающий ступор, кому или нечувствительность к боли – Наркотик
15. Установите соответствие:
  - 1) Употребление наркотиков    А) задержка соц. развития
  - 2) Употребление допинга    Б) укрепление инфантильного отнош. к себе
  - В) активизация работы и роста
  - Г) повышение работоспособности
16. ПАВ это:
17. Установите соответствие:
  - 1) Опиоиды    А) план
  - 2) Каннабоиды    Б) анаша
  - В) кодеин
  - Г) мак
18. Тропиломид это:
19. К диуретикам не относятся:
20. С какими причинами связана проблема допинга в спорте:
21. Препятствуют совладанию с проблемами употребления психоактивных веществ.
22. Способствуют совладанию с проблемами употребления психоактивных веществ
23. Ориентация на поиск удовольствия и импульсивность:

24. Противостояние социальному давлению и эмпатия:
25. У спортсменов менее ярко выражены:
26. У спортсменов ярко выражены:
27. Где впервые начали использовать допинг в медикаментозной и инъекционной форме?
28. В каком году были впервые введены тесты на допинг?
29. В настоящее время к допинговым средствам относят препараты скольких групп:
30. Что можно согласно медицинскому определению, назвать стимуляторами?
31. Что такое наркотик?
32. Алкоголь и табак — не считаются наркотиками с точки зрения каких понятий?
33. К чему не приводит употребление наркотиков?
34. Что нельзя отнести к последствиям применения анаболических стероидов?
35. У спортсменов ярко выражены:
36. К моделям профилактики табакокурения, алкоголизма, наркомании не относится:
37. Почему диуретики отнесены к допинговым средствам?
38. Современная концепция в области борьбы с допингом в спорте высших достижений приведена где?
39. Что по проверкам ВАДА оказалось честными видами спорта
40. Что происходит если употреблять тоники в сочетании с другими алкогольными и безалкогольными напитками:

**Раздел 4. Примеры вопросов к тестовому тематическому заданию № 4. Тестовое тематическое задание содержит 20 вопросов, по 0,5 баллов за вопрос**

**4.1.**

1. Спорт – это...
2. Массовый спорт –
3. Спорт высших достижений –
4. Что такое Единая всероссийская спортивная классификация?
5. Спортивный разряд?
6. Спортивное звание?
7. Разрядные нормы?
8. Разрядные требования?
9. РССС. МССИ
10. Юношеские олимпиады
11. Студенческие универсиады
12. Московские универсиады
13. Физическая культура используется в целях:
14. Элементы физического воспитания возникли в:

15. Оценка морфофункциональных данных проводится на основе:
16. Съезд по физической культуре в 1919 г проведен по инициативе
17. Задачи физического воспитания
18. Средства физического воспитания позволяют предупредить
19. Морфофункциональное развитие организма предполагает
20. В каком году был основан Институт физической культуры
21. Средства физического воспитания
22. Методы физического воспитания
23. Первенства, Кубки, Турниры.
24. Общеизвестные методы физического воспитания
25. Специфические методы физического воспитания
26. Туризм – как средство физического воспитания.
27. Игры: подвижные и спортивные.
28. Физические упражнения.
29. Значение физических упражнений.
30. Игра «Зарница»
31. Российский олимпийский комитет
32. Паралимпийский комитет России
33. Волонтеры России
34. Олимпийская хартия. Для чего необходима. Основные разделы.
35. Оздоровительно-рекреативное направление ФКиС
36. Оздоровительное направление ФКиС
37. Реабилитационное направление ФКиС
38. Спортивно-реабилитационное направление ФКиС
39. Гигиеническое направление ФКиС
40. Лечебная физическая культура

#### 4.2.

1. Спорт высших достижений. Укажите цели.
2. Оздоровительно-прикладная физическая культура. Цели.
3. Лечебная физическая культура. Цели.
4. В зависимости от среды проведения занятий различают фитнес:
5. Закономерности, на которых базируется ОТ.
6. Основные принципы ОТ.
7. Назовите причины возросшей популярности ОТ. (причины бума ОТ).
8. Назовите отрицательные последствия ОТ.
9. «Здоровая тренированность».
10. Популярность бега. Причины.
11. Феномен сверхнагрузки. Что это такое. Студент должен сам написать определение.
12. Тренировки на выносливость приводят к:
13. Тренировка на силу приводит к:
14. При занятиях оздоровительным бегом:
15. Программно-целевой принцип (расставьте в порядке применения)
16. Что позволяет контролировать регистратор пульса.

17. Положительные факторы персональной тренировки.
18. Принцип половых отличий.
19. Возрастные изменения в организме (расставьте ниже буквы):
20. Что означает термин общий фитнес?
21. Каковы цели оздоровительной физической культуры
22. Используется ли в оздоровительной тренировке принцип сверхнагрузки
23. Укажите оптимальную длительность занятий оздоровительной физической культурой
24. Укажите правильную формулу для определения рабочей ЧСС (ЧССр)
25. Укажите зону (в %) функционального резерва при выполнении упражнений
26. Возможно ли заниматься фитнесом в случаях:
27. Какова оптимальная частота занятий фитнесом в неделю
28. Назовите наиболее популярные методы развития гибкости в фитнес-программах
29. Укажите три этапа силовой тренировки. (студент должен сам написать три этапа)
30. Производственная гимнастика.
31. Принцип оздоровительной направленности
32. Система Купера (контролируемые беговые нагрузки)
33. Система Амосова (режим 1000 движений)
34. Система Михао Икай (10 000 шагов каждый день)
35. Система Лидьярда (бег ради жизни)
36. Система Пинкней Каллане (программа из 30 упражнений для женщин с акцентом на растяжение)
37. Содержательные основы оздоровительной физической культуры
38. Основы построения оздоровительной тренировки
39. Производственная физическая культура и спорт
40. Гигиена рабочего места бакалавра /специалиста

### **8.3. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

**Итоговый контроль не предусмотрен**

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. **Головина, В. А.** Учебная и внеучебная физкультурно-оздоровительная и спортивно-массовая работа / В. А. Головина, Т. Н. Акулова, И. В. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 40 с.
2. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура и спорт. История ФКиС: учеб. пособие / Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2020. – 96 с.

3. **Плаксина, Н. В.** Психолого-педагогические и медико-биологические основы в структуре дисциплины «Физическая культура и спорт»: учеб. пособие / Н. В. Плаксина, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 124 с.

### **Б. Дополнительная литература**

1. **Холодов, Ж. К.** Теория и методика физического воспитания и спорта / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М.: Академия, 2018. – 496 с.
2. Олимпийский учебник студента: учебное пособие для олимпийского образования в высших учебных заведениях / В.С. Родиченко и др.; Олимпийский комитет России. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Советский спорт, 2011. – 136 с. ил.

### Электронный учебник в свободном доступе

1. Физическая культура студента: Учебник / Под ред. В.И. Ильинича. М.: Гардарики, 2000. – 448 с.//  
[http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1309/1/physical\\_culture.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1309/1/physical_culture.pdf)

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

#### Научные и публицистические журналы:

- Человек. Спорт. Медицина. ISSN 2500-0195,
- Адаптивная физическая культура. ISSN 1998-149X,
- Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. ISSN
- Теория и практика физической культуры (англ). ISSN 2409-4234
- Теория и практика физической культуры (рус). ISSN 0040-3601
- Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. ISSN 2305-8404
- Культура физическая и здоровье. ISSN 1999-3455
- «Большой спорт» – журнал Алексея Немова. ISSN 1817–2547
- «Физическая культура, спорт – наука и практика». ISSN 1817-4779.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584> (дата обращения 10.05.2021)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://studsport.ru>

Общероссийская общественная организация «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту как в Российской Федерации, так и в каждом конкретном регионе страны.

<https://mrsss.ru/>

Московское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту в Москве (вузы Москвы)

<https://vk.com/kafedrasportarxty>

Кафедра спорта РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте.

Страница создана с целью просвещения и популяризации спорта в Российском химико-технологическом университете, а также является навигатором в учебной деятельности по дисциплинам «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

<http://o-gto.ru/normy-gto-tablitsa-normativov/>

Портал является проводником по Всероссийскому физкультурно-спортивному комплексу «Готов к труду и обороне» (нормы ГТО, таблицы нормативов, техника выполнения, соревнования ГТО).

<https://www.minsport.gov.ru/sport/high-sport/skrytaya-edin-vseros/31598/>

Отдельный раздел на сайте Министерства спорта Российской Федерации, посвящен нормативному документу – Единая Всероссийская спортивная классификация 2018 – 2021 гг. (о всех видах спорта, правилах получения и присвоения разрядов и званий)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 4 (общее число слайдов - 80);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40);
- банк тестовых заданий для тематического контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40).

#### **Для теоретического раздела:**

- лекционная учебная аудитория, оборудованная переносными электронными средствами демонстрации (компьютер/ноутбук со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;

#### **Для практического раздела:**

- спортивный зал, для проведения занятий: МПЗ, ППФП, ОФП.
- шведские стенки;
- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;

- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- рулетки, секундомеры, измерительные линейки большие;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 г. составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Физическая культура и спорт»* проводятся в форме лекций и практических занятий.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

**- для теоретического подраздела:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная переносными электронными средствами демонстрации (компьютер/ноутбук со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;

библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

**- для практического подраздела:**

Спортивные залы различной направленности, оборудованные необходимым спортивным инвентарем:

- шведские стенки;
- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;
- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка;
- фитболы и т.д.

Раздевалки студенческие (раздельно для мужчин и женщин), оборудованные шкафчиками для сменной одежды, скамейками для переодевания, дополнительными вешалками для одежды, душевыми кабинами, туалетными комнатами; розетками для подключения электрических приборов – фенов.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; комплекты плакатов к подразделам специальных курсов по избранному виду спорта.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к методико-практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по правильности выполнения норм ВФСК ГТО в тестовом режиме; по избранному виду спорта; кафедральные библиотеки электронных изданий.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта | Реквизиты договора поставки | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии |
|-------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
|-------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|

|   |   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
| 1 | WINHOME 10 Russian<br>OLV NL Each<br>AcademicEdition  | Контракт №<br>28-<br>35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020<br>Контракт<br>№ не<br>определен,<br>проводитс<br>я<br>закупочна<br>я<br>процедура | Лицензия на<br>операционную<br>систему Microsoft<br>Windows 10. ПО,<br>не принимающее<br>прямого участия в<br>образовательных<br>процессах.  | бессрочно   |
| 2 | Microsoft Office<br>Professional Plus 2019<br>В составе:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> <li>• <b>InfoPath</b></li> </ul> | Контракт<br>№ 28-<br>35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020  | Лицензия на ПО,<br>принимающее<br>участие в<br>образовательных<br>процессах.   | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода на<br>обновлённу<br>ю версию<br>продукта) |
| 3 | O365ProPlusOpenStude<br>n ts ShrdSvr ALNG<br>SubsVL OLV NL 1Mth<br>Acdmc Stdnt<br>STUUseBnft<br>Приложения в составе<br>подписки: Outlook<br>OneDrive Word 365<br>Excel 365 PowerPoint<br>365 Microsoft Teams   | Контракт<br>№ 28-<br>35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020<br>Контракт<br>№ не<br>определен,<br>проводитс<br>я<br>закупочна<br>я<br>процедура | Лицензия на ПО,<br>не принимающее<br>прямого участия в<br>образовательных<br>процессах<br>(инфраструктурно<br>е/<br>вспомогательное<br>ПО), количество<br>лицензий равно<br>числу<br>обучающихся | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода на<br>обновлённу<br>ю версию<br>продукта) |
| 4 | Kaspersky Endpoint<br>Security для бизнеса –<br>Стандартный Russian<br>Edition.   | Контракт<br>№ 28-<br>35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020<br>Контракт<br>№ не  |  | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода на<br>обновлённу                          |

|  |  |   |  |                       |
|--|--|---|--|-----------------------|
|  |  | определен,<br>проводитс<br>я<br>закупочна<br>я<br>процедура |  | ю версию<br>продукта) |
|--|--|---|--|-----------------------|

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|---|---|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>1.1. Предмет «Физическая культура и спорт». Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра. Организация учебного процесса в рамках рейтинговой системы. Требования к зачету. Нормативно-правовая база дисциплины «Физическая культура и спорт»</p> | <p><i>Знает:</i><br/>- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;<br/>- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;<br/>- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;</p> <p><i>Умеет:</i><br/>- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;<br/>- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;</p> <p><i>Владеет:</i><br/>- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</p> | <p>Баллы за письменное тестирование; выполнение тематического задания, лекцию</p> |
| 1.2. История физической культуры и спорта.   | <p><i>Знает:</i></p>  | <p>Баллы за письменное</p>  |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>- историю физической культуры и спорта, имеет представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня; важнейшие достижения в области спорта;</p> <p>- спортивные традиции РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнит о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p> | <p>тестирование, лекцию</p> <p>Баллы за тематическо-исследовательскую работу</p>  |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>2.1. Врачебный контроль и врачебное освидетельствование.<br/>Профилактика спортивного травматизма.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <p>- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику заболеваний и вредных привычек,</p> <p>- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;</p> <p>- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и</p>   | <p>Баллы за письменное тестирование; выполнение тематического задания, лекцию</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>соблюдать правила гигиены и техники безопасности;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</li> </ul>  |  |
| <p>2.2. Образ жизни и его отражение в профессиональной деятельности</p> <p>Здоровье человека как ценность. Основные требования к организации здорового образа жизни.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;</li> <li>- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;</li> <li>- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;</li> <li>- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</li> </ul> | <p>Баллы за письменное тестирование</p> <p>Баллы за тематическо-исследовательскую работу</p> <p>Все баллы должны быть набраны в семестре</p> |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>3.1. Гигиеническое обеспечение занятий физической культурой и спортом<br/>Гигиена физического воспитания и спорта.</p>   | <p><i>Знает:</i><br/>- научно-практические основы физической культуры и спорта и здорового образа жизни;<br/>- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;<br/>- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности<br/><i>Умеет:</i><br/>- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;<br/><i>Владеет:</i><br/>- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</p> | <p>Баллы за письменное тестирование;<br/>Лекцию, выполнение тематического задания.</p>    |
| <p>3.2. Общая физическая и спортивная подготовка студентов в образовательном процессе<br/>Методические принципы физического воспитания. Общая физическая подготовка, её цели и задачи.<br/>Специальная физическая подготовка, её цели и задачи. Спортивная подготовка.</p> | <p><i>Знает:</i><br/>- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;<br/>- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;<br/>- правила и способы планирования индивидуальных занятий</p>  | <p>Баллы за письменное тестирование<br/>Баллы за тематическо-исследовательскую работу</p> |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>Массовый спорт и спорт высших достижений, их цели и задачи.</p>  | <p>различной целевой направленности;<br/> <i>Умеет:</i><br/> - самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;<br/> - подбирать индивидуальные комплексы по оздоровительной и физической культуре, по различным видам спорта;<br/> <i>Владеет:</i><br/> - должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>   |  |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/> 4.1. Биологические основы физической культуры и спорта<br/> Организм человека как единая саморазвивающаяся биологическая система. Двигательная активность и ее влияние на устойчивость, и адаптационные возможности человека к умственным и физическим нагрузкам при различных воздействиях внешней среды. Утомление при физической и умственной работе. Значение мышечной релаксации (расслабления). Восстановление</p> | <p><i>Знает:</i><br/> - влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;<br/> - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;<br/> <i>Умеет:</i><br/> - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;<br/> - подбирать индивидуальные комплексы по оздоровительной и физической культуре, по различным видам спорта;<br/> <i>Владеет:</i></p> | <p>Баллы за письменное тестирование; Лекцию, выполнение тематического задания.</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования   |  |
| <p>4.2. Физическая культура и спорт в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста</p> <p>Место ППФП в системе подготовки будущего специалиста. Факторы, определяющие конкретное содержание ППФП. Методика подбора средств ППФП, организация и формы её проведения. Контроль за эффективностью ППФП студентов.</p> <p>Производственная физическая культура.</p> <p>Профилактика профессиональных заболеваний средствами физической культуры.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;</li> <li>- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;</li> <li>- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;</li> <li>- подбирать индивидуальные комплексы по оздоровительной и физической культуре, по различным видам спорта;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</li> </ul> | <p>Баллы за письменное тестирование</p> <p>Баллы за тематическо-исследовательскую работу</p> <p>Все баллы должны быть набраны в семестре</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется по отдельно разработанной программе *«Адаптивная Физическая культура и спорт»* в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ\_»**  
**основной образовательной программы**  
**19.03.01 Биотехнология**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

« \_\_\_\_\_ »  
наименование ООП

Форма обучения: \_\_ очная \_\_

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                    |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| 1.                                |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__от<br>«__»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__от<br>«__»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Математика»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва 2021 г.**

Программа составлена заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г.Рудаковской, доцентом кафедры высшей математики, к.п.н. М.А Меладзе., доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева «30» апреля 2021 г., протокол № 7

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение трех семестров.

Дисциплина «**Математика**» относится к базовой части блока дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ элементарной математики, изучаемой в школьном курсе.

**Цель дисциплины** - формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и математических методов для описания различных химико-технологических процессов.

**Задачи дисциплины** - создание фундаментальной математической базы, а также развитие навыков математического мышления и использование их для решения практических задач.

Дисциплина «**Математика**» преподается в 1-3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций:

### 2.1. Общепрофессиональные:

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

#### **знать:**

- основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений;
- математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей;
- основы применения математических моделей и методов.

**уметь:**

- выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;
- использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;
- выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;
- применять математические знания на междисциплинарном уровне.

**владеть:**

- основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Семестр     |            |                        |            |                |            |                |            |
|--|-------------|------------|------------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
|  | Всего       |            | 1                      |            | 2              |            | 3              |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ                     | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>15</b>   | <b>540</b> | <b>5</b>               | <b>180</b> | <b>4</b>       | <b>144</b> | <b>6</b>       | <b>216</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>6,22</b> | <b>224</b> | <b>2,66</b>            | <b>96</b>  | <b>1,78</b>    | <b>64</b>  | <b>1,78</b>    | <b>64</b>  |
| Лекции   | 3,11        | 112        | 1,33                   | 48         | 0,89           | 32         | 0,89           | 32         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 3,11        | 112        | 1,33                   | 48         | 0,89           | 32         | 0,89           | 32         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>6,78</b> | <b>244</b> | <b>2,34</b>            | <b>84</b>  | <b>1,22</b>    | <b>44</b>  | <b>3,22</b>    | <b>116</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,4        |                        | 0,4        |                | 0          |                | 0          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 6,78        | 243,6      | 2,34                   | 83,6       | 1,22           | 44         | 3,22           | 116        |
| <b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>          |             |            | +                      | +          |                |            |                |            |
| <b>Вид контроля – Экзамен</b>                  | <b>2</b>    | <b>72</b>  |                        |            | <b>1</b>       | <b>36</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 2           | 0,8        |                        |            | 1              | 0,4        | 1              | 0,4        |
| Подготовка к экзамену.                         |             | 71,2       |                        |            |                | 35,6       |                | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |            | <b>Экзамен</b> |            | <b>Экзамен</b> |            |

| Вид учебной работы | Семестр |   |   |   |
|--------------------|---------|---|---|---|
|                    | Всего   | 1 | 2 | 3 |

|   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ                     | Астр. ч.     | ЗЕ             | Астр. ч.     | ЗЕ             | Астр. ч.     |
|---|-------------|------------|------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>            | <b>15</b>   | <b>405</b> | <b>5</b>               | <b>135</b>   | <b>4</b>       | <b>108</b>   | <b>6</b>       | <b>162</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторские занятия:</b> | <b>6,22</b> | <b>168</b> | <b>2,66</b>            | <b>70,8</b>  | <b>1,78</b>    | <b>48,06</b> | <b>1,78</b>    | <b>48,06</b> |
| Лекции  | 3,11        | 84         | 1,33                   | 35,4         | 0,89           | 24,03        | 0,89           | 24,03        |
| Практические занятия (ПЗ)                       | 3,11        | 84         | 1,33                   | 35,4         | 0,89           | 24,03        | 0,89           | 24,03        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                   | <b>6,78</b> | <b>183</b> | <b>2,34</b>            | <b>63,12</b> | <b>1,22</b>    | <b>32,94</b> | <b>3,22</b>    | <b>86,94</b> |
| Контактная самостоятельная работа               |             | 0,3        |                        | 0,3          |                | 0            |                | 0            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины    | 6,78        | 182,7      | 2,34                   | 62,82        | 1,22           | 32,94        | 3,22           | 87,2         |
| <b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>           |             |            | +                      | +            |                |              |                |              |
| <b>Вид контроля – Экзамен</b>                   | <b>2</b>    | <b>54</b>  |                        |              | <b>1</b>       | <b>27</b>    | <b>1</b>       | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация    | 2           | 0,6        |                        |              | 1              | 0,3          | 1              | 0,3          |
| Подготовка к экзамену.                          |             | 53,6       |                        |              |                | 26,7         |                | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                  |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |              | <b>Экзамен</b> |              | <b>Экзамен</b> |              |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п            | Разделы дисциплины   | Академических часов |          |                |                |
|------------------|--|---------------------|----------|----------------|----------------|
|                  |  | Всего               | Лекции   | Практ. занятия | Самост. работа |
| <b>1 СЕМЕСТР</b> |  |                     |          |                |                |
|                  | Введение   | 1                   | 1        |                |                |
|                  | <b>Раздел 1. Элементы алгебры</b>                                  | <b>39</b>           | <b>9</b> | <b>10</b>      | <b>20</b>      |
| 1.1              | Числовые множества, комплексные числа. Элементы векторной алгебры. | 20                  | 4        | 6              | 10             |

|     |  |           |           |           |           |
|-----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | Аналитическая геометрия на плоскости.  |           |           |           |           |
| 1.2 | Матрицы. Теорема Кронекера - Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы матрицы. Квадратичные формы.             | 19        | 5         | 4         | 10        |
|     | <b>Раздел 2.<br/>Функция одной переменной.<br/>Предел функции.<br/>Непрерывность функции.</b>  | <b>20</b> | <b>6</b>  | <b>6</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1 | Элементарные функции. Предел функции в точке и на бесконечности.   | 7         | 2         | 2         | 3         |
| 2.2 | Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Основные теоремы о пределах.  | 6         | 2         | 2         | 2         |
| 2.3 | Непрерывность функции в точке и на промежутке.   | 7         | 2         | 2         | 3         |
|     | <b>Раздел 3.<br/>Дифференциальное исчисление функции одной переменной.</b>   | <b>60</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>28</b> |
| 3.1 | Производная функции. Уравнения касательной и нормали.  | 14        | 4         | 2         | 8         |
| 3.2 | Дифференциал функции. Производная сложной функции.   | 14        | 4         | 4         | 6         |
| 3.3 | Основные теоремы дифференциального исчисления. Производные высших порядков.  | 14        | 4         | 4         | 6         |
| 3.4 | Монотонность функции. Экстремум функции. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции. Общая схема исследования функций и построение их графиков. | 18        | 4         | 6         | 8         |
|     | <b>Раздел 4.<br/>Интегральное исчисление функции одной переменной.</b>   | <b>60</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>28</b> |
| 4.1 | Первообразная функции. Неопределенный интеграл и его свойства.   | 20        | 6         | 4         | 10        |
| 4.2 | Методы интегрирования.   | 20        | 4         | 8         | 8         |

|     |   |            |           |           |           |
|-----|---|------------|-----------|-----------|-----------|
| 4.3 | Определенный интеграл, его геометрический смысл. Приложения определенного интеграла. Несобственные интегралы. | 20         | 6         | 4         | 10        |
|     | <b>ИТОГО</b>  | <b>180</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>84</b> |
|     | <b>Зачет с оценкой</b>  |            |           |           |           |
|     | <b>ИТОГО</b>  | <b>180</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>84</b> |

| <b>2 СЕМЕСТР</b> |  |           |           |           |           |
|------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                  | <b>Раздел 5.<br/>Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.</b>  | <b>38</b> | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>18</b> |
| 5.1              | Функции двух и более переменных. Предел функции в точке. Частные производные. Дифференцируемость функции.              | 12        | 3         | 3         | 6         |
| 5.2              | Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции, заданной неявно.                  | 12        | 3         | 3         | 6         |
| 5.3              | Производная по направлению. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных.                               | 14        | 4         | 4         | 6         |
|                  | <b>Раздел 6.<br/>Кратные интегралы</b>   | <b>38</b> | <b>12</b> | <b>12</b> | <b>14</b> |
| 6.1              | Двойной интеграл. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат.  | 14        | 4         | 4         | 6         |
| 6.2              | Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла. | 12        | 4         | 4         | 4         |
| 6.3              | Тройной интеграл. Вычисление тройного интеграла. Приложения тройного интеграла.  | 12        | 4         | 4         | 4         |
|                  | <b>Раздел 7.<br/>Криволинейные и поверхностные интегралы.</b>  | <b>32</b> | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>12</b> |

|     |  |            |           |           |           |
|-----|--|------------|-----------|-----------|-----------|
| 7.1 | Криволинейный интеграл по координатам. Приложения криволинейного интеграла.  | 12         | 4         | 4         | 4         |
| 7.2 | Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру. | 12         | 4         | 4         | 4         |
| 7.3 | Поверхностный интеграл. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.       | 8          | 2         | 2         | 4         |
|     | <b>ИТОГО</b>   | <b>108</b> | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>44</b> |
|     | <b>Экзамен</b>   | <b>36</b>  |           |           |           |
|     | <b>ИТОГО</b>   | <b>144</b> | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>44</b> |

| <b>3 СЕМЕСТР</b> |   |           |          |          |           |
|------------------|---|-----------|----------|----------|-----------|
|                  | <b>Раздел 8.<br/>Дифференциальные уравнения первого порядка.</b>  | <b>46</b> | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>30</b> |
| 8.1              | Дифференциальные уравнения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения (ДУ) с разделяющимися переменными.  | 16        | 3        | 3        | 10        |
| 8.2              | Однородные уравнения I-го порядка. Линейные уравнения I-го порядка. Уравнения Бернулли.   | 16        | 3        | 3        | 10        |
| 8.3              | Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.  | 14        | 2        | 2        | 10        |
|                  | <b>Раздел 9.<br/>Дифференциальные уравнения второго порядка.</b>  | <b>46</b> | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>30</b> |
| 9.1              | Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка (ЛОДУ и ЛНДУ). | 12        | 2        | 2        | 8         |
| 9.2              | Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система ЛОДУ второго порядка.  | 12        | 2        | 2        | 8         |
| 9.3              | ЛОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами. ЛНДУ второго порядка с постоянными коэффициентами.   | 12        | 2        | 2        | 8         |

|      |   |            |           |           |            |
|------|---|------------|-----------|-----------|------------|
| 9.4  | Линейные дифференциальные уравнения $n$ -го порядка. Алгоритм построения общего решения.                            | 10         | 2         | 2         | 6          |
|      | <b>Раздел 10.<br/>Системы дифференциальных уравнений.</b>   | <b>46</b>  | <b>8</b>  | <b>8</b>  | <b>30</b>  |
| 10.1 | Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения.                            | 16         | 3         | 3         | 10         |
| 10.2 | Системы ЛДУ первого порядка. Метод вариации произвольных постоянных, метод Эйлера. Создание математических моделей. | 16         | 3         | 3         | 10         |
| 10.3 | Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.                              | 14         | 2         | 2         | 10         |
|      | <b>Раздел 11.<br/>Числовые и функциональные ряды.</b>   | <b>42</b>  | <b>8</b>  | <b>8</b>  | <b>26</b>  |
| 11.1 | Числовые ряды. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд, признак Лейбница.   | 12         | 2         | 2         | 8          |
| 11.2 | Функциональные ряды. Степенные ряды, теорема Абеля. Свойства степенных рядов.                                       | 10         | 2         | 2         | 6          |
| 11.3 | Ряды Тейлора и Маклорена. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена.  | 10         | 2         | 2         | 6          |
| 11.4 | Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов.                         | 10         | 2         | 2         | 6          |
|      | <b>ИТОГО</b>  | <b>180</b> | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>116</b> |
|      | <b>Экзамен</b>  | <b>36</b>  |           |           |            |
|      | <b>ИТОГО</b>  | <b>216</b> | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>116</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 1 СЕМЕСТР

**Введение.** Предмет и методы математики. Описание основных разделов курса. Структура курса и правила рейтинговой системы.

#### Раздел 1. Элементы алгебры.

- 1.1. Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков. Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведения векторов. Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка.
- 1.2. Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.

## **Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.**

- 2.1. Функция. Способы задания функции. Элементарные функции. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Пределы на бесконечности.
- 2.2. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства и взаимосвязь. Основные теоремы о пределах. Первый и второй замечательные пределы.
- 2.3. Непрерывность функции в точке и на промежутке. Свойства функций, непрерывных на отрезках. Точки разрыва функции и их классификация.

## **Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.**

- 3.1. Производная функции, ее геометрический и механический смысл. Уравнения касательной и нормали. Правила дифференцирования. Таблица основных производных.
- 3.2. Дифференцируемость функции: определение, теоремы о связи непрерывности и дифференцируемости функции и с существованием производной. Дифференциал функции: определение, свойства. Производная сложной функции.
- 3.3. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя (раскрытие неопределенностей). Производные высших порядков.
- 3.4. Монотонность функции: определение, необходимые и достаточные условия. Экстремум функции: определение, необходимые и достаточные условия. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции: определения, необходимые и достаточные условия их существования. Общая схема исследования функций, построение их графиков.

## **Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.**

- 4.1. Первообразная функция. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных интегралов.
- 4.2. Методы интегрирования: непосредственное интегрирование, метод подстановки, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей, интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций.
- 4.3. Определенный интеграл, его геометрический смысл, его свойства. Теорема о среднем значении. Формула Ньютона-Лейбница. Замена

переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Вычисление площадей плоских фигур и объемов тел вращения с помощью определенного интеграла. Несобственные интегралы: определения, свойства, методы вычисления.

## 2 СЕМЕСТР

### Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

- 5.1. Функции двух и более переменных: определение, область определения, область существования, геометрическая интерпретация, линии уровня, и поверхности уровня. Предел функции в точке. Частные производные (на примере функции двух переменных). Дифференцируемость функции: определение, связь дифференцируемости с непрерывностью и с существованием частных производных. Достаточные условия дифференцируемости функции. Дифференцируемость сложной функции, полная производная.
- 5.2. Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции одной и двух переменных, заданной неявно. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных (для функции двух переменных). Аналитический признак полного дифференциала.
- 5.3. Производная по направлению: определение, формула для ее вычисления. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных: определения, необходимое и достаточное условия существования экстремума. Условный экстремум: определение, методы нахождения точек условного экстремума (прямой метод и метод множителей Лагранжа). Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных в замкнутой области.

### Раздел 6. Кратные интегралы.

- 6.1. Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства. Теорема о среднем значении двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат.
- 6.2. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла: вычисление площади плоской области, объема цилиндрического тела, площади поверхности, массы пластинки с заданной плотностью, координат центра тяжести пластинки.
- 6.3. Тройной интеграл: определение, физический и геометрический смысл, свойства, теорема о среднем значении тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла в декартовой системе координат, в цилиндрических и сферических координатах. Приложения тройного интеграла: вычисление

объема, массы тела с заданной плотностью, координат центра тяжести тела.

## **Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.**

- 7.1. Криволинейный интеграл по координатам: определение, физический смысл, свойства. Вычисление криволинейного интеграла. Формула для вычисления работы при перемещении материальной точки в силовом поле вдоль некоторого пути.
- 7.2. Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру. Независимость криволинейного интеграла от пути интегрирования: необходимое и достаточное условие независимости, критерий независимости. Потенциальное поле, потенциальная функция и ее вычисление. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования.
- 7.3. Поверхностный интеграл: определение, физический смысл, вычисление в декартовой системе координат. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.

## **3 СЕМЕСТР**

### **Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка.**

- 8.1. Дифференциальные уравнения: определение, порядок, решение, теорема существования и единственности решения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.
- 8.2. Однородные уравнения I-го порядка: определение и метод решения. Линейные уравнения I-го порядка: определение и метод решения. Уравнения Бернулли: определение и метод решения.
- 8.3. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах: определение и метод решения. Интегрирующий множитель: определение, сведение к уравнению в полных дифференциалах с помощью интегрирующего множителя.

### **Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго порядка.**

- 9.1. Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка: определение, однородные и неоднородные линейные уравнения. Свойства решений.
- 9.2. Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Теоремы о структуре общих решений линейных однородных и линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка. Фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка.

- 9.3. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод Эйлера для решения этих уравнений. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод подбора частного решения этого уравнения с правой частью специального вида и метод вариации произвольных постоянных.
- 9.4. Линейные дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения. Алгоритм построения общего решения линейного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.

## Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений.

- 10.1. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения.
- 10.2. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, метод вариации произвольных постоянных. Системы линейных однородных уравнений первого порядка с постоянными коэффициентами, метод Эйлера.
- 10.3. Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

## Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.

- 11.1. Числовые ряды: основные понятия, сходимость ряда. Необходимый признак сходимости ряда. Свойства сходящихся рядов. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов: интегральный признак Коши; признаки сравнения рядов; признак Даламбера; радикальный признак Коши. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд: определение, признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов.
- 11.2. Функциональные ряды. Степенные ряды: определение, теорема Абеля, интервал сходимости, радиус сходимости. Свойства степенных рядов.
- 11.3. Ряды Тейлора и Маклорена: определение, условия сходимости ряда Тейлора к исходной функции. Лемма  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{x^n}{n!} = 0$  для  $\forall x \in R$ . Достаточные условия сходимости ряда Тейлора. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена. Основные разложения функций:  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\ln(1+x)$ ,  $(1+x)^n$ ,  $\arctg x$ ,  $\arcsin x$  в ряд Маклорена.
- 11.4. Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов: приближенные вычисления, приближенное решение дифференциальных уравнений.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| В результате освоения дисциплины студент должен:  | Разделы |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|   | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| <b>Знать:</b>   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| - основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений;  | +       | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |
| - математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей;   | +       | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |
| - основы применения математических моделей и методов.   | +       | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |
| <b>Уметь:</b>   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| - выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;  | +       | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |
| - использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;  | +       | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |
| - выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;  | +       | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |
| - применять математические знания на междисциплинарном уровне.  | +       | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |
| <b>Владеть:</b>   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| - основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата  | +       | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |
| <b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции</b>  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| - способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2). | +       | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п            | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий   | Часы     |
|------------------|----------------------|---|----------|
| <b>1 семестр</b> |                      |   |          |
| <b>1.</b>        | 1.1                  | <b>Практическое занятие 1</b><br>Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков.   | 2        |
| <b>2</b>         | 1.1                  | <b>Практическое занятие 2</b><br>Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведение векторов.   | 2        |
| <b>3</b>         | 1.1                  | <b>Практическое занятие 3</b><br>Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка.   | 2        |
| <b>4</b>         | 1.2                  | <b>Практическое занятие 4</b><br>Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли.  | 2        |
| <b>5</b>         | 1.2                  | <b>Практическое занятие 5</b><br>Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.   | 2        |
| <b>6</b>         | 2.1<br>2.2           | <b>Практическое занятие 6</b><br>Функция: область определения, чётность, нечётность, точки пересечения с осями координат. Элементарные функции, их свойства и графики. Вычисления пределов функций с помощью алгебраических преобразований. | 2        |
| <b>7</b>         | 2.3                  | <b>Практическое занятие 7</b><br>Вычисление пределов с помощью первого и второго замечательных пределов.  | 2        |
| <b>8</b>         |                      | <b>Контрольная работа № 1</b>   | <b>2</b> |
| <b>9</b>         | 3.1                  | <b>Практическое занятие 8</b><br>Производная: определение, геометрический смысл. Правила дифференцирования. Таблица производных элементарных функций.   | 2        |
| <b>10</b>        | 3.2                  | <b>Практическое занятие 9</b><br>Производная сложной функции.   | 2        |
| <b>11</b>        | 3.2                  | <b>Практическое занятие 10</b><br>Производная высшего порядка. Дифференциал функции.  |          |

|                  |                 |  |   |
|------------------|-----------------|--|---|
| 12               | 3.3             | <b>Практическое занятие 11</b><br>Вычисления пределов с помощью правила Лопиталя.  | 2 |
| 13               | 3.4             | <b>Практическое занятие 12</b><br>Нахождения асимптот функции. Исследование функции на монотонность и экстремумы.            | 2 |
| 14               | 3.4             | <b>Практическое занятие 13</b><br>Исследование функции на выпуклость, вогнутость, точки перегиба.                            |   |
| 15               | 3.4             | <b>Практическое занятие 14</b><br>Полное исследование функции и построение её графика.                                       | 2 |
| 16               |                 | <b>Контрольная работа № 2</b>  | 2 |
| 17               | 4.1             | <b>Практическое занятие 15</b><br>Таблица основных интегралов.<br>Непосредственное (табличное) интегрирование.               | 2 |
| 18               | 4.1             | <b>Практическое занятие 16</b><br>Интегрирование методом подведения под знак дифференциала и методом разложения.             | 2 |
| 19               | 4.2             | <b>Практическое занятие 17</b><br>Интегрирование заменой. Интегрирование по частям.  | 2 |
| 20               | 4.2             | <b>Практическое занятие 18</b><br>Интегрирование рациональных дробей.  | 2 |
| 21               | 4.2             | <b>Практическое занятие 19.</b><br>Интегрирование некоторых иррациональностей.<br>Интегрирование тригонометрических функций. | 2 |
| 22               | 4.3             | <b>Практическое занятие 20</b><br>Определенный интеграл.   | 2 |
| 23               | 4.3             | <b>Практическое занятие 21</b><br>Несобственные интегралы.   | 2 |
| 24               |                 | <b>Контрольная работа № 3</b>  | 2 |
| <b>ИТО<br/>Г</b> | <b>48 часов</b> |  |   |

| <b>2 семестр</b> |     |  |   |
|------------------|-----|--|---|
| 1.               | 5.1 | <b>Практическое занятие 1.</b><br>Повторение: дифференцирование и интегрирование функции одной переменной.                         | 2 |
| 2.               | 5.1 | <b>Практическое занятие 2.</b><br>Частные производные функции 2-х и 3-х переменных.<br>Полный дифференциал функции 2-х переменных. | 2 |

|             |                    |   |   |
|-------------|--------------------|---|---|
| 3.          | 5.2                | <b>Практическое занятие 3.</b><br>Производные сложной функции. Полная производная. Дифференцирование функции, заданной неявно.  | 2 |
| 4.          | 5.2                | <b>Практическое занятие 4.</b><br>Частные производные и дифференциалы высших порядков.  | 2 |
| 5.          | 5.3                | <b>Практическое занятие 5.</b><br>Производная по направлению и градиент.  | 4 |
| 6.          | 5.3                | <b>Практическое занятие 6.</b><br>Экстремум функции 2-х переменных.   | 2 |
| 7.          | 5.3                | <b>Практическое занятие 7.</b><br>Условный экстремум.   | 2 |
| 8.          | 6.1                | <b>Практическое занятие 8.</b><br>Двойной интеграл: переход к повторному интегралу, изменение порядка интегрирования. Примеры.  | 2 |
| 9.          | 6.1                | <b>Практическое занятие 9.</b><br>Вычислить двойной интеграл в декартовой системе координат.  | 2 |
| 10.         | 6.2<br>6.3         | <b>Практическое занятие 10.</b><br>Вычислить двойной интеграл в полярной системе координат. Приложения двойного интеграла.  | 4 |
| 11.         | 7.1                | <b>Практическое занятие 11.</b><br>Криволинейный интеграл по координатам (вычисление). Вычисление работы по перемещению материальной точки в силовом поле.                            | 2 |
| 12.         | 7.2                | <b>Практическое занятие 12.</b><br>Вычисление криволинейного интеграла по замкнутому контуру с помощью формулы Грина.   | 2 |
| 13          | 7.3                | <b>Практическое занятие 13.</b><br>Вычисление криволинейного интеграла, независимого от пути интегрирования (с помощью выбора оптимального пути или с помощью потенциальной функции). | 4 |
| <b>ИТОГ</b> | <b>32<br/>часа</b> |   |   |

| <b>3 семестр</b> |     |   |   |
|------------------|-----|---|---|
| 1.               | 8.1 | <b>Практическое занятие 1.</b><br>Повторение интегрирования (1 час). Решение дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными. | 2 |
| 2.               | 8.1 | <b>Практическое занятие 2.</b>  | 2 |

|     |              |  |   |
|-----|--------------|--|---|
|     | 8.2          | Решение однородных дифференциальных уравнений I-го порядка. Решение линейных дифференциальных уравнений Бернулли.  |   |
| 3.  | 8.3          | <b>Практическое занятие 3.</b><br>Уравнения в полных дифференциалах и допускающих интегрирующий множитель вида $\mu(x)$ и $\mu(y)$ .   | 2 |
| 4.  | 8.3          | <b>Практическое занятие 4.</b><br>Решение различных уравнений I-го порядка для подготовки к контрольной работе.  | 4 |
| 5.  | 9.1          | <b>Практическое занятие 5.</b><br>Решение дифференциальных уравнений II -го порядка, допускающих понижение порядка.  | 2 |
| 6.  | 9.2          | <b>Практическое занятие 6.</b><br>Решение ЛОДУ II -го порядка с постоянными коэффициентами по методу Эйлера. Решение ЛНДУ II -го порядка с правой частью вида $P_n(x) \cdot e^{ax}$ .  | 2 |
| 7.  | 9.3          | <b>Практическое занятие 7.</b><br>Решение ЛНДУ II -го порядка с правой частью вида $e^{ax} \cdot (A \cos bx + B \sin bx)$ .  | 2 |
| 8.  | 9.4          | <b>Практическое занятие 8.</b><br>Метод вариации произвольных постоянных для ЛНДУ II -го порядка с постоянными коэффициентами.   | 2 |
| 9.  | 10.1<br>10.2 | <b>Практическое занятие 9.</b><br>Решение систем линейных дифференциальных уравнений I-го порядка с постоянными коэффициентами. Метод исключения. Метод Эйлера для однородных линейных систем, далее для неоднородной системы. Метод вариации произвольных постоянных. | 4 |
| 10. | 11.1         | <b>Практическое занятие 10.</b><br>Числовые ряды: основные понятия, общий член, частичная сумма, понятие сходимости ряда. Необходимый признак сходимости. Интегральный признак Коши.   | 2 |
| 11. | 11.2         | <b>Практическое занятие 11.</b><br>Исследование сходимости по признакам сравнения рядов и признаку Даламбера.  | 2 |
| 12. | 11.3         | <b>Практическое занятие 12.</b><br>Исследование сходимости знакочередующихся рядов по признаку Лейбница. Абсолютная и условная сходимость рядов.   | 2 |

|             |                          |  |   |
|-------------|--------------------------|--|---|
| <b>13.</b>  | 11.4                     | <b>Практическое занятие 13.</b><br>Степенной ряд, нахождение его области сходимости. | 4 |
| <b>ИТОГ</b> | <b>32</b><br><b>часа</b> |  |   |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (1 семестр) и *экзамена* (2 и 3 семестры) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы в **1** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы во **2** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы в **3** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов). Максимальная оценка текущей работы в **1, 2** и **3** семестрах составляет **60** баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов завершается контролем его освоения в форме *зачета с оценкой* в **1** семестре (максимальная оценка **40** баллов), экзаменов во **2** семестре (максимальная оценка **40** баллов) и в **3** семестре (максимальная оценка **40** баллов).

## 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 9 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1-9 (1-3 семестр) составляет 20 баллов за каждую работу.

### 1 СЕМЕСТР

**Раздел 1, 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.**

#### Вариант 1.

- 1) Решить систему уравнений методом Крамера: 
$$\begin{cases} x + 2y + 3z = 5 \\ 2x - y - z = 1 \\ x + 3y + 4z = 6 \end{cases}$$
- 2) С помощью обратной матрицы  $A^{-1}$  решить матричное уравнение  $AX=B$  и сделать проверку:  $A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$

Вычислить пределы:

3)  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - 5x + 3}{\sqrt{x} + 8 - 3}$

4)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 6x}{1 - \cos 8x}$

5)  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x+5}{x+2} \right)^{3x}$

#### Вариант 2.

- 1) Даны вершины тетраэдра  $ABCD$ :  $A(2; -1; 2)$ ,  $B(1; 2; -1)$ ,  $C(3; 2; 1)$ ,  $D(-4; 2; 5)$ . Найти объем тетраэдра и высоту, опущенную из вершины  $D$ .
- 2). Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение методом Гаусса:

$$\begin{cases} 3x_1 - x_2 + x_4 = 4 \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 = 7 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 + x_4 = -3 \\ 5x_1 - 3x_3 + x_4 = 11 \end{cases}$$

Вычислить пределы:

3)  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{6n^2 + 5n + 4}{3n^2 - 5n + 1}$

4)  $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{11-x} - \sqrt{7+x}}{3x^2 - 4x - 4}$

5)  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x+1}{x} \right)^{2-5x}$

### Вариант 3.

1) Даны векторы  $\vec{a}=(-5; 8; 10)$ ,  $\vec{b}=(-1; 6; 4)$ ;  $\vec{c}=(-3; 4; -12)$ . Найти проекцию вектора  $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$  на вектор  $\vec{c}$ .

2) С помощью обратной матрицы  $A^{-1}$  решить матричное уравнение  $XA=B$  и сделать проверку:  $A=\begin{pmatrix} -2 & 3 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$ ,  $B=\begin{pmatrix} -4 & 7 \\ -7 & 11 \end{pmatrix}$ .

Вычислить пределы:

3)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{5x^2}{1 - \cos 3x}$

4)  $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2x^2 - 3x - 9}{\sqrt{x^2 + 16} - 5}$

5)  $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + 3x)^{\frac{8}{x}}$

### Вариант 4.

1) Дан  $\triangle ABC$ :  $A(28; 2)$ ;  $B(4; -5)$ ;  $C(0; -2)$ . Составить уравнения  $AC$ , медианы из  $T.C$  и найти угол между ними.

2). Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение методом Гаусса:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 - 2x_4 = 7 \\ 2x_1 + 3x_2 - x_4 = 5 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + 4x_4 = -7 \end{cases}$$

Вычислить пределы:

3)  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n^3 - 2n + 7}{3n^3 + n^2 - 1}$

4)  $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{2x^2 - 7x - 4}{\sqrt{9 - 2x} - \sqrt{5 - x}}$

5)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^3 2x}{5x^3}$

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.**

### Вариант 1

1. Найти  $f'(x)$ :  $f(x) = \ln \frac{x^2 + 1}{3x} - \operatorname{arctg} \sqrt{1-x} + x \cdot 3^{\sin^2 x}$

2. Найти  $y'(0)$ ,  $y''(0)$  для  $y = (2x^3 + 1) \cdot \cos x$

3..  $y = \frac{\sqrt{x} + \operatorname{arctg} x}{\cos x}$ ;  $dy = ?$

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

$$\text{а. } \lim_{x \rightarrow 2} \frac{\ln(x^2 - 3)}{x^2 - 3x + 2}$$

$$\text{б. } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{8^{3x} - 7^x}{\arcsin 3x - 5x^2}$$

5. Показать, что функция  $y = e^{-x} \sin 3x$  удовлетворяет дифференциальному уравнению  $y'' + 2y' + 10y = 0$ .

### Вариант 2

1. Найти  $f'(x)$ :  $f(x) = \operatorname{tg} 2x \cdot \ln \frac{1}{x} + \frac{\arcsin \sqrt{x}}{x} + 3x^2$

2. Найти  $y'(1), y''(1)$  для  $y = \frac{\ln x}{x^3}$

3. Тело движется по закону:  $x(t) = \frac{2t^3}{3} + \frac{t^2}{2} + 3t$  вдоль оси  $Ox$ . Найти скорость и ускорение в момент времени  $t = 3$ .

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

$$\text{а. } \lim_{x \rightarrow \pi} \frac{\cos 3x - \cos x}{\operatorname{tg}^2 2x}$$

$$\text{б. } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{7^{2x} - 5^{3x}}{2x - \operatorname{arctg} 3x}$$

5. Составить уравнение касательной к графику функции  $y = 5x^2 - 2x + 3$ , параллельной прямой  $y = 5 - 12x$ .

### Вариант 3

1. Найти  $f'(x)$ :  $f(x) = \log_2 \frac{\cos x}{x} - 3^{\arcsin \frac{1}{x}} + x \cdot \sin(2x - 3)$

2. Найти  $y'(0), y''(0)$  для  $y = (4x + 3) \cdot e^{-x}$

3.  $y = \frac{3}{\sqrt{2x}} - 3 \operatorname{arctg} 4x$   
 $\ln(3x + 2)$ ;  $dy - ?$

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

$$\text{а. } \lim_{x \rightarrow 2} \frac{\operatorname{arctg}(x^2 - 2x)}{\sin(3\pi x)}$$

$$\text{б. } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 10x}{e^{x^2} - 1}$$

5. Показать, что функция  $y = 3e^{2x} \cdot \cos 5x$  удовлетворяет дифференциальному уравнению  $y'' - 4y' + 29y = 0$ .

### Вариант 4

1. Найти  $f'(x)$ :  $f(x) = x \cdot \ln\left(\operatorname{tg}\frac{x}{2}\right) - 3^{\cos\frac{\pi x}{2}} + \sqrt{\frac{x-1}{x+1}}$

2. Найти  $y'(0)$ ,  $y''(0)$  для  $y = e^x \cdot \sin 2x$

3. Точка движется по прямой по закону:  $S(t) = 5t^2 - 10t + 1$ . Определить скорость и ускорение точки в момент времени  $t = 2$ .

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

a.  $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2^{\sin \pi x} - 1}{\ln(x^3 - 6x - 8)}$

б.  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{4^x - 2^{7x}}{\operatorname{tg} 3x - x}$

5. В каких точках касательная к графику функции  $y = x^3 - 12x^2 + 36x - 1$  параллельна оси  $Ox$ .

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.**

#### Вариант 1.

1. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции  $y = (2x + 1)e^{\frac{-x^2}{3}}$ .

Вычислить интегралы:

2.  $\int (3 - x) \sin \frac{x}{2} dx$ ;

3.  $\int \cos^3 3x \cdot \sin^7 3x dx$ ;

4.  $\int \frac{3x^2 + x - 6}{x^3 + 2x^2} dx$ ;

5.  $\int_{-1}^7 \frac{5 - 2x}{\sqrt{x + 2}} dx$ .

#### Вариант 2.

1. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции  $y = \frac{x^2 - 6x + 13}{x - 3}$ .

Вычислить интегралы:

2.  $\int (3x - 4) \cos 6x dx$ ;

3.  $\int \cos^3 \frac{x}{2} \cdot \sin^6 \frac{x}{2} dx$

4.  $\int \frac{x^2 - 3x - 7}{(x - 2)(x^2 + 5)} dx$ .

5.  $\int_{-1}^2 \frac{2x + 1}{\sqrt{x + 2}} dx$

#### Вариант 3.

1. Найти промежутки выпуклости, вогнутости и точки перегиба графика функции  $y = \frac{x}{x^2 + 1}$ .

Вычислить интегралы:

2.  $\int (8x^3 - 6x^2 + x) \ln x dx;$

3.  $\int ctg^2 5x dx;$

4.  $\int \frac{5x^2 - 2x + 1}{(3x + 1)(x^2 + 1)} dx.$

5.  $\int_0^3 \frac{dx}{2 + \sqrt{x+1}}$ .

#### Вариант 4.

1. Найти асимптоты графика функции  $y = \frac{x^3 - 3x}{x^2 - 1}$ .

Вычислить интегралы:

2.  $\int (2x + 1)e^{4x} dx;$

3.  $\int \cos^4 2x \cdot \sin^5 2x dx;$

4.  $\int \frac{2x^2 + 3x - 12}{x^3 - 4x^2} dx.$

5.  $\int_4^9 \frac{\sqrt{x}}{1 - \sqrt{x}} dx$

## 2 СЕМЕСТР

**Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.**

#### Вариант 1.

1. Найти  $dz$  если  $z = \frac{\operatorname{tg}^3 3x}{\sqrt{y}}$

2. Найти  $\frac{dz}{dx}$  если  $z = \ln(e^x - e^y)$ , где  $y = \operatorname{ctg} 5x$ .

3. Найти производную функции  $u = \operatorname{arctg} \frac{xy}{z}$  в точке  $M(1; 2; 2)$  в направлении идущем из точки  $M$  в точку  $N(2; 3; -3)$

4. Найти  $\operatorname{grad} u$  в точке  $M(1; 0; -3)$  его длину и направление, если  $u = \ln(x^2 + y^2) + xyz$

5. Найти экстремумы функции  $z = -3x + xy - x^2 + 3y - y^2 + 1$

#### Вариант 2.

1. Найти  $du$  в точке  $M(2; -1; 2)$  если  $u = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + zx$

2. Найти  $\frac{\partial z}{\partial u}$  и  $\frac{\partial z}{\partial v}$  если  $z = x^2 \ln y$ , где  $x = \frac{u}{v}, y = 3u - 2v$ .
3. Найти производную функции  $u = \frac{\cos^2 y}{5x - 2z}$  в точке  $M(1; \frac{\pi}{4}; 2)$  в направлении составляющем равные острые углы с осями координат.
4. Найти величину наибольшей скорости изменения функции  $u = x^2 + 2y^2 + 3z^2 - 3x - 2y - 6z$  в точке  $M(1; 1; 1)$ .
5. Найти экстремумы функции  $z = 6x - 4y - x^2 - y^2 + 10$

### Вариант 3.

1. Найти  $dz$  если  $z = \arctg \sqrt{x^y}$ .
2. Найти  $\frac{dz}{dx}$  если  $z = \operatorname{tg} \frac{\sqrt{2y}}{x}$ , где  $y = 5^{-x}$ .
3. Найти производную функции  $u = \frac{3z}{x^2 + y^2 + z^2}$  в точке  $M(1; -1; 1)$  в направлении вектора  $2\vec{i} + \vec{j} - 2\vec{k}$ .
4. Найти  $\operatorname{grad} u$  в точке  $M(1; 1; -2)$  его длину и направление, если  $u = \ln(2x + y) + x^3 y z^2$ .
5. Найти экстремумы функции  $z = x^2 + xy + y^2 - 6x - 9y$ .

### Вариант 4.

1. Найти  $dz$  если  $z = \ln(y + \sqrt{x^2 + y})$ .
2. Найти  $\frac{\partial z}{\partial u}$  и  $\frac{\partial z}{\partial v}$  если  $z = \sin^2(2x + 3y)$ , где  $x = \frac{u+1}{v}, y = u \cos v$ .
3. Найти производную функции  $u = e^{3x - \sin \pi y}$  в точке  $M(-1; 0)$  в направлении идущем из точки  $M$  в точку  $N(3; 4)$ .
4. Найти  $\operatorname{grad} u$  в точке  $M(2; 2; 1)$  его длину и направление, если  $u = \ln(x^2 + y^2 - z^2 + 1)$ .
5. Найти экстремумы функции  $z = 4x - 4y - x^2 - y^2$ .

**Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.**

### Вариант 1

Изменить порядок интегрирования:

- $$\int_1^1 dx \int_{e^{-1}}^{1-x^2} f(x; y) dy \cdot \int_{e^{-1}}^1 dy \int_{\ln y}^{e+1-\sqrt{1-y^2}} f(x, y) dx$$
- 

Вычислить:

- $$\iint_D (2x - y) dx dy, \quad D: y = x^2; y = x; x = 2.$$
- $$\iint_D \left(1 + \frac{y^2}{x^2}\right) dx dy, \quad D: x^2 + y^2 \geq \pi; x^2 + y^2 \leq 4\pi; y \geq 0; y \leq x.$$
- Найти площадь области, ограниченной линиями:  $x + y^2 = 1; y + 2x + 1 = 0.$

### Вариант 2

Изменить порядок интегрирования:

- $$\int_{-1}^1 dy \int_{\sqrt{5^2-x^2}}^{1-y^2} f(x; y) dx \cdot \int_0^1 dx \int_{2x} f(x, y) dy$$
- 

Вычислить:

- $$\iint_D (x - y) dx dy, \quad D: y = 2 - x^2; y = 2x - 1; x \geq 0.$$
- $$\iint_D \frac{dx dy}{x^2 + y^2 + 1}, \quad D: x^2 + y^2 \leq 1; x \geq 0.$$
- Найти площадь области, ограниченной линиями:  $x + y = 1; x - 1 = 0; y = e^x.$

### Вариант 3

Изменить порядок интегрирования:

- $$\int_0^1 dx \int_{\sqrt{25-y^2}}^{2-x^2} f(x; y) dy \cdot \int_0^1 dy \int_4 f(x, y) dx$$
- 

Вычислить:

- $$\iint_D (x + 2y) dx dy, \quad D: y = x; 2y = x; x = 2.$$
- $$\iint_D (x^2 + y^2) dx dy, \quad D: x^2 + y^2 \leq 2x.$$
- Найти площадь области, ограниченной линиями:  $y^2 = 1 + x; y - x + 1 = 0.$

### Вариант 4

Изменить порядок интегрирования:

1.  $\int_0^2 dy \int_{2-y}^{4-y^2} f(x; y) dx$
2.  $\int_0^2 dx \int_{-\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x, y) dy$

Вычислить:

3.  $\iint_D (x+y) dx dy$ ,  $D: y=x; y+x=4; x=0$ .
4.  $\iint_D \sqrt{x^2+y^2} dx dy$ ,  $D: x^2+y^2 \geq 1; x^2+y^2 \leq 4$ .
5. Найти площадь области, ограниченной линиями:  $y=2-x^2$ ;  $y=x$ ;  $x \geq 0$ .

**Раздел 7. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.**

### Вариант 1

1. Вычислить:  $\int_l (x^2 - y^2) dx + xy dy$ , если  $l$ : прямая АВ, А(1;1), В(3;4)
2. Вычислить по формуле Грина:  $\oint_C xy dx + y^2 dy$ , если  $C: x^2 + y^2 = 4$
3. Вычислить:  $\iint_D (x-y) dx dy$ , если  $D: x+y=2; y=x; y=0$
4. Вычислить по формуле Грина:  $\oint_C x^2 y dx - xy^2 dy$ , если  $C: x^2 + y^2 = 1$
5. Вычислить:  $\int_{(0;0)}^{(2;2)} (y^2 + 2xy) dx + (2xy + x^2) dy$

### Вариант 2

1. Вычислить:  $\int_l 2xy dx - x^2 dy$ , если  $l: x=2y^2$  от точки О(0;0) до точки А(2;1)
2. Вычислить по формуле Грина:  $\oint_C 2xy dy - y^2 dx$ , если  $C: x^2 + y^2 = R^2$
3. Вычислить:  $\int_l \frac{dx}{y^2} + x^2 dy$ , если  $l: y = \frac{1}{x}$  от точки А(1;1) до точки В(4;1/4)..
4. Вычислить по формуле Грина:  $\oint_C x^3 dx + xy dy$ , если  $C: x^2 + y^2 = R^2$

5. Вычислить:  $\int_{(1;2)}^{(3;4)} \frac{y}{x} dx + (y + \ln x) dy$

### Вариант 3

1. Вычислить:  $\int_l x^2 dx + \frac{dy}{y^2}$ ,  $l: y = \frac{1}{x}$  от точки  $A(1;1)$  до точки  $B(5;1/5)$

2. Вычислить по формуле Грина:  $\oint_C (x + 2y^3) dx + (3y^2 - y) dy$ , если  $C: x^2 + y^2 = 1$

3. Вычислить:  $\int_l \cos^3 x dx + y dy$ , если  $l: y = \sin x$  от точки  $A(0;0)$  до точки  $B\left(\frac{\pi}{2}; 1\right)$

4. Вычислить по формуле Грина:  $\oint_C (x + 2x^2) dx - (3x^3 + y) dy$ , если  $C: x^2 + y^2 = 4$

5. Вычислить:  $\int_{(2;3)}^{(3;4)} (6xy^2 + 2x^3) dx + (6x^2y + 3y^2) dy$

## 3 СЕМЕСТР

**Раздел 8. Примеры вопросов к контрольной работе № 7. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.**

### Вариант № 1

1)  $(\sqrt{xy} - x) dy + y dx = 0$ ,  $y(1) = 1$

2)  $y' - y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos^3 x}$

3)  $(e^x \sin y + x) dx + (e^x \cos y + y) dy = 0$

4)  $2x + 2xy^2 + \sqrt{2 - x^2} y' = 0$

5)  $(1 - x^2 y) dx + x^2 (y - x) dy = 0$

### Вариант № 2

1)  $y' = \frac{ye^x + y}{x}$ ,  $y(1) = 0$

2)  $y' - y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos x}$

3)  $\frac{y}{x} dx + (y^3 + \ln x) dy = 0$

4)  $2x dx - y dy = yx^2 dy - xy^2 dx$

5)  $(2e^x + y^4) dy - ye^x dx = 0$

### Вариант № 3

### Вариант № 4

$$1) xy' - y + \sqrt{x^2 + y^2} = 0, \quad y(1) = 0$$

$$2) xy' + y - e^x = 0$$

$$3) \frac{3x^2}{\sqrt{y}} dx + \left( \ln y - \frac{x^3}{2\sqrt{y^3}} \right) dy = 0$$

$$4) (1 + e^x)yy' = e^x$$

$$5) (x^2 \cos x - y)dx + xdy = 0$$

$$1) y' = \frac{x+y}{x-y}, \quad y(1) = 0$$

$$2) xy'(x-1) + y = x^2(2x-1)$$

$$3) (x \cos 2y + 1)dx - x^2 \sin 2y dy = 0$$

$$4) 3(x^2 y + y)dy + \sqrt{2 + y^2} dx = 0$$

$$5) (y + \ln x)dx - xdy = 0$$

**Раздел 9, 10. Примеры вопросов к контрольной работе № 8. Контрольная работа содержит 5 вопросов 4 балла за вопрос.**

#### Вариант № 1

$$1. 4y^3 y'' = y^4 - 1; y(0) = \sqrt{2}; y'(0) = \frac{1}{2\sqrt{2}}.$$

$$2. y'' x \ln x = y'$$

$$3. y'' - 4y' + 4y = -e^{2x} \sin 6x$$

$$4. \begin{cases} y'' - 2y' + y = e^x \ln x \\ x' = x - 3y, \end{cases}$$

$$5. \begin{cases} y' = 3x + y. \end{cases}$$

#### Вариант № 2

$$1. y'' + 2 \sin y \cos^3 y = 0; y(0) = 0; y'(0) = 1$$

$$2. y'' - y' = 2x + 3;$$

$$3. y'' - 2y' + 2y = (6x - 11)e^{-x}$$

$$4. y'' + 4y = \frac{1}{\cos 2x}$$

$$\begin{cases} x' + x - 8y = 0, \\ y' - x - y = 0. \end{cases}$$

$$5. \begin{cases} x' + x - 8y = 0, \\ y' - x - y = 0. \end{cases}$$

#### Вариант № 3

$$1. y'' \cdot y^3 + 49 = 0, y(3) = -7; y'(3) = -1.$$

$$2. y'' \cdot \operatorname{ctg} 2x + 2y' = 0$$

$$3. y'' + 2y' = 6e^x (\sin x + \cos x);$$

$$4. y'' - 2y' + y = 3e^x \sqrt{x-1}.$$

$$5. \begin{cases} x' = -7x + y, \\ y' = -5y - 2x. \end{cases}$$

#### Вариант № 4

1.  $y'' + 8 \sin y \cdot \cos^3 y = 0, y(0) = 0, y'(0) = 2.$
2.  $y'' + \frac{2x}{x^2 + 1} y' = 2x$
3.  $y'' + 3y' + 2y = (1 - 2x)e^{-x}$
4.  $\begin{cases} y'' + 16y = \operatorname{ctg} 4x \\ x' = 2y - 3x, \end{cases}$
5.  $\begin{cases} y' = y - 2x. \end{cases}$

**Раздел 11. Примеры вопросов к контрольной работе № 9. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.**

#### Вариант 1.

Исследовать ряды на сходимость

1.  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n^3 + 3}}$ .
2.  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(3n+2) \cdot \ln^2(3n+2)}$ .

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

3.  $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{(n+1)(n+2)(n+3)}$ .
4.  $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2n+1}{n^2+1}$ .

5. Найти область сходимости степенного ряда:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-7)^{2n}}{4^n \cdot \sqrt{n(n+1)}}$

#### Вариант 2.

Исследовать ряды на сходимость

1.  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2n^3 + 1}}$ .

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{10n+1}{(3n+2)!}$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{2n+1}{2^n}$$

$$4. \sum_{n=2}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2}{n \ln n}$$

5. Найти область сходимости степенного ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+5)^n}{(n+1) \cdot \ln(n+1)}$

### Вариант 3.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n+1}{3n^3+n}$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(8n-3) \cdot \sqrt{\ln(8n-3)}}$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{3n+2}{5^n}$$

$$4. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{5n+1}{\sqrt{4n^3+7}}$$

5. Найти область сходимости степенного ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (x-3)^n}{5^n \cdot (n+1)}$

### Вариант 4.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{5n-2}$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{\operatorname{arccotg}(3n+2)}}{1+(3n+2)^2}$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{7n+3}{n(9n+2)}$$

4. 
$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{\ln(n+1)}.$$

5. Найти область сходимости степенного ряда 
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+2)^n}{(4n+1) \cdot 4^n}$$

## 8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой, 2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен)

### 8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов.

1. Векторы: координаты, проекция вектора на ось, направляющие косинусы.
2. Линейные операции над векторами.
3. Скалярное и Векторное произведение двух векторов, их свойства.
4. Смешанное произведение трех векторов и его свойства.
5. Прямая на плоскости. Различные виды уравнения прямой на плоскости.
6. Кривые второго порядка.
7. Уравнение плоскости.
8. Уравнение прямой в пространстве.
9. Комплексные числа, действия с комплексными числами.
10. Многочлены. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена на множители.
11. Рациональные дроби. Разложение рациональных дробей на сумму простейших дробей.
12. Матрицы, операции над матрицами.
13. Элементарные преобразования строк матрицы.
14. Приведение матрицы к ступенчатому виду и виду Гаусса.
15. Ранг матрицы. Ранг системы векторов.
16. Определитель квадратной матрицы, его свойства, методы вычисления.
17. Обратная матрица: свойства, способы построения.

18. Совместность и определенность системы линейных алгебраических уравнений. Теорема Кронекера-Капелли.
19. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью обратной матрицы.
20. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью правила Крамера.
21. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
22. Линейная однородная система алгебраических уравнений, ее фундаментальная система решений. Связь решений линейных однородных и неоднородных систем.
23. Собственные значения, собственные векторы матрицы.
24. Присоединенные векторы матрицы.
25. Последовательность. Предел числовой последовательности. Функция. Способы задания функции.
26. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Предел функции на бесконечности.
27. Непрерывность функции. Точки разрыва функции и их классификация.
28. Производная функции: определение, геометрический смысл.
29. Правила вычисления производной.
30. Производная сложной функции.
31. Производные высших порядков.
32. Дифференцируемость функции. Теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием производной.
33. Дифференциал функции и его геометрический смысл. Инвариантность формы первого дифференциала.
34. Раскрытие неопределенностей (правило Лопиталя).
35. Исследование функции: область определения, четность (нечетность), точки пересечения с координатными осями, промежутки знакопостоянства, непрерывность, точки разрыва.
36. Асимптоты графика функции.
37. Достаточные условия монотонности функции.
38. Достаточные условия экстремумов функции.
39. Достаточные условия выпуклости, вогнутости, точки перегиба графика функции.
40. Общая схема исследования функции и построение графика.
41. Первообразная. Неопределенный интеграл. Теорема об общем виде первообразных.
42. Основные свойства неопределенного интеграла.

43. Таблица основных интегралов.
44. Методы интегрирования: табличный, разложения.
45. Интегрирование подведением под знак дифференциала.
46. Интегрирование с помощью замены переменной.
47. Определенный интеграл: определение, свойства.
48. Формула Ньютона - Лейбница.
49. Вычисление определенного интеграла с помощью замены переменной.
50. Некоторые приложения определенного интеграла.
51. Интегралы с бесконечными пределами: определения, свойства.

### **8.2.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен)**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 5-7 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов.

1. Функции нескольких переменных: область определения, линии уровня, геометрическая интерпретация.
2. Предел функции в точке, частные производные первого и второго порядков функции нескольких переменных.
3. Частные производные первого порядка.
4. Частные производные второго порядка.
5. Полный дифференциал (для функции двух переменных).
6. Производная сложной функции.
7. Производная функции по направлению.
8. Градиент функции и его свойства.
9. Экстремумы функции двух переменных: необходимое и достаточное условия экстремума.
10. Условный экстремум (метод множителей Лагранжа).
11. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.

### **8.2.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 8-11 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов.

1. Дифференциальные уравнения: определения, порядок, решение, общее решение.

2. Примеры задач, приводящих к дифференциальным уравнениям.
3. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными.
4. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка.
5. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.
6. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка с переменными коэффициентами: свойства решений, структура общего решения.
7. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами (метод Эйлера).
8. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами (метод вариации).
9. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Метод подбора в случае правой части вида квазимногочлена.
10. Основные уравнения математической физики.
11. Числовые ряды: основные понятия, свойства сходящихся рядов.
12. Необходимый признак сходимости.
13. Гармонический ряд. Ряды Дирихле.
14. Признаки сравнения рядов с положительными членами.
15. Признак Даламбера.
16. Интегральный и радикальный признаки Коши.
17. Знакопередающиеся ряды: признак Лейбница.
18. Знакопеременные ряды: абсолютная и условная сходимости.
19. Признак абсолютной сходимости.
20. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
21. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости.
22. Свойства степенных рядов.
23. Ряды Тейлора и Маклорена: свойства, основные разложения.
24. Разложение функции в ряд Маклорена с помощью основных разложений.
25. Ряды Фурье: определение, свойства.
26. Разложение периодической функции в ряд Фурье.
27. Разложение непериодической функции в ряд Фурье.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### **8.3. Структура и примеры билетов для экзамена**

#### **1 СЕМЕСТР**

Зачет с оценкой по дисциплине «Математика» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

|  |   |
|--|---|
| «Утверждаю»<br>Зав. Кафедрой высшей математики<br><br>_____ Рудаковская Е.Г.<br>«__» _____ 20__ г.   | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                          |
|  | <b>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</b> |
|  | <b>Кафедра высшей математики</b>  |
|  | <b>19.03.01 Биотехнология</b>   |
|  | <b>Математика</b>   |
| <b>БИЛЕТ № 1</b>   |   |
| 1. Теорема о свойствах интеграла с переменным верхним пределом.<br>2. Свойства пределов, связанные с неравенствами.<br>3. Вычислить $\lim_{x \rightarrow 0} (1-x)^{7/x}$<br>4. $y = \operatorname{arctg} \ln x \cdot \operatorname{ctg} 5^x$ , $y' = ?$<br>5. Найти интервалы возрастания и убывания функции $y = 2x^3 - 21x^2 - 48x + 8$<br>6. Найти $\int \frac{(x+2)dx}{(x-1)(x+8)}$<br>7. Вычислить $\int_{-2}^0 (x^2 + 2)e^{x/2} dx$<br>8. Вычислить $\int_{\pi}^{2\pi} \frac{1 - \cos x}{(x - \sin x)^2} dx$ |   |

|  |   |
|--|---|
| «Утверждаю»<br>Зав. Кафедрой высшей математики<br><br>_____ Рудаковская Е.Г.<br>«__» _____ 20__ г.   | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                          |
|  | <b>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</b> |
|  | <b>Кафедра высшей математики</b>  |
|  | <b>19.03.01 Биотехнология</b>   |
|  | <b>Математика</b>   |
| <b>БИЛЕТ № 2</b>   |   |
| 1. Необходимое и достаточное условие существования асимптот функции (с доказательством).<br>2. Приложение определенных интегралов.<br>3. Вычислить: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} x}{2x}$<br>4. $y = \log_3(5x^2 - 3)$ , $y' = ?$<br>5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 3x^3 - 5x^2 + 2$<br>6. Найти: $\int \frac{x}{x^2 + 9} dx$<br>7. Найти: $\int \operatorname{ctg} x dx$<br>8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $S = ?$ , $y = x^3$ , $x = 1$ , $y = 0$ |   |

## 2 СЕМЕСТР

Экзамен по дисциплине «Математика» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 5-7 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p style="text-align: right;">_____ Рудаковская Е.Г.</p> <p style="text-align: right;">«__» _____ 20__ г.</p>  | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                          |
|   | <b>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</b> |
|   | <b>Кафедра высшей математики</b>  |
|   | <b>19.03.01 Биотехнология</b>   |
|   | <b>Математика</b>   |
| <b>БИЛЕТ № 1</b>  |   |
| <p>1. Теорема о производной сложной функции нескольких переменных (с док-вом).</p> <p>2. Формула для вычисления площади области D: <math>a \leq x \leq b, y_1(x) \leq y \leq y_2(x)</math></p> <p>3. Найти <math>\frac{\partial z(A)}{\partial l}</math>, если <math>z = (2x - 1)y^2 + \frac{y}{x}</math>, <math>l = (3; 4), A(1; 2)</math></p> <p>4. Найти <math>\overline{grad}z(M)</math>, если <math>z = y^3 \sin 2x</math>, <math>M\left(\frac{\pi}{4}; 2\right)</math></p> <p>5. Изменить порядок интегрирования: <math>\int_{-1}^0 dx \int_{-2x}^2 f(x; y) dy</math></p> <p>6. Вычислить интеграл: <math>\iint_D (2-x) dx dy, D: y+x=2, y=x, x=2</math>.</p> <p>7. Вычислить работу силы <math>\vec{F} = (2y-x)\vec{i} + (2y+x)\vec{j}</math> при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).</p> <p>8. Вычислить интеграл по формуле Грина: <math>\oint_C (2x+2y) dx + (x-2y) dy, C: y=x</math>.</p> |   |

|  |   |
|--|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p style="text-align: right;">_____ Рудаковская Е.Г.</p> <p style="text-align: right;">«__» _____ 20__ г.</p> | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                          |
|  | <b>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</b> |
|  | <b>Кафедра высшей математики</b>  |
|  | <b>19.03.01 Биотехнология</b>   |
|  | <b>Математика</b>   |
| <b>БИЛЕТ № 2</b>   |   |

1. Теорема о среднем значении для двойного интеграла (с доказательством).
2. Дифференциал второго порядка функции  $z = f(x, y)$ .
3. Найти полную производную  $\frac{dz}{dt}$ , если  $z = \ln(e^{2t} + 4\sqrt{x} - \sin y)$  и  $x = t \operatorname{tg} t$ ,  $y = ct \operatorname{tg} t$ .
4. Найти  $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$ , если  $z = (2x - 1)y^2 + \frac{y}{1+x}$ ,  $\vec{l} = (3; 4)$ ,  $A(1; 2)$ .
5. Изменить порядок интегрирования:  $\int_0^1 dx \int_x^1 f(x; y) dy + \int_0^2 dx \int_{2-x}^2 f(x; y) dy$   
 $\iint_D (x+1) dx dy$ ,  $D: y \geq 0, x \geq 2, y = x, x \leq 2$ .
6. Вычислить интеграл:  $\int_D$
7. Вычислить работу силы  $\vec{F} = (3y - 2x)\vec{i} + (x + 2y)\vec{j}$  при перемещении точки вдоль дуги параболы  $y = 5x - 2x^2 + 1$  от точки  $A(0; 1)$  до точки  $B(1; 4)$ .
8. Вычислить:  $\int_{A(1; 0)}^{B(3; 2)} (6x - 2y) dx + (3y - 2x) dy$ .

### 3 СЕМЕСТР

Экзамен по дисциплине «Математика» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 8-11 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

|   |  |
|---|--|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p>_____ Рудаковская Е.Г.<br/>«__» _____ 20__ г.</p>   | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p> <p><b>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</b></p> <p><b>Кафедра высшей математики</b></p> <p><b>19.03.01 Биотехнология</b></p> <p><b>Математика</b></p> |
| <p><b>БИЛЕТ № 1</b></p>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае кратных корней характеристического уравнения (случай <math>D=0</math>) (с доказательством).</li> <li>2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.</li> <li>3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов.</li> <li>4. Решить дифференциальное уравнение:<br/> <math>(\cos y + y \cdot \sin x) dx + (2y - x \cdot \sin y - \cos x) dy = 0</math> </li> </ol> |  |

5. Решить задачу Коши:  $y'' \cdot \cos x = 2y' \cdot \sin x$ ,  $y(0) = -1$ ;  $y'(0) = 1$
6. Решить дифференциальное уравнение:  $5y'' - y' = 5 - 2x$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимости:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{4^n + 1}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{\sqrt[3]{2n+1}}$

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p>_____ Рудаковская Е.Г.<br/>«__» _____ 20__ г.</p> | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                          |
|   | <b>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</b> |
|   | <b>Кафедра высшей математики</b>  |
|   | <b>19.03.01 Биотехнология</b>   |
|   | <b>Математика</b>   |

### БИЛЕТ № 2

- Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.
- ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши.
- ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.
- Решить дифференциальное уравнение:  $xy' - y = x \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{x}$
- Решить задачу Коши:  $y'' \cdot y^3 + 1 = 0$ ,  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 1$
- Решить дифференциальное уравнение:  $y'' - 2y' + y = 2x(1-x)$
- Исследовать числовой ряд на сходимости:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+1}{7+3n}$
- Найти область сходимости степенного ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot (x-2)^n}{\sqrt{n+11}}$$

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 9.1. Рекомендуемая литература.

#### **А) Основная литература:**

1. «Сборник задач по высшей математике» (часть 1), Письменный Д.Т., Лунгу К.Н. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 576 с.: ил. – (Высшее образование).
2. «Сборник задач по высшей математике» (часть 2), Письменный Д.Т., Лунгу К.Н. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 592 с.: ил. – (Высшее образование).
3. «Конспект лекций по высшей математике», Письменный Д.Т. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 608 с.: ил. – (Высшее образование).
4. Салимов Р.В. Математика для студентов строительных и технических специальностей: уч пособие, Лань, 2018, 364с.

#### **Б) Дополнительная литература:**

1. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Меладзе М.А., Гордеева Е.Л., Осипчик В.В. / Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.
2. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Аверина О.В., Воронов С.М., Старшова Т.Н., Хлынова Т.В., Ригер Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –132 с.
3. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (теория и практика): учебное пособие / Е. Г. Рудаковская, Рушайло М.Ф., Шайкин А.Н., Меладзе М.А., Арсанукаев З.З., Воронов С.М. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. –120 с.
4. Обыкновенные дифференциальные уравнения: конспект лекций по высшей математике: учебное пособие / сост.: Е. М. Чечеткина, В. М. Азриэль, Е. Ю. Напеденина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 64 с.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г. Рушайло М.Ф., Хлынова Т.В., Ригер Т.В., Казанчян М.С., Ситин А.Г. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –116 с.
6. Ряды. Теория и практика. Рудаковская Е.Г., Арсанукаев З.З., Меладзе М.А., Напеденин Ю.Т. /Учебное пособие. –М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2011. –72 с.
7. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Напеденина Е.Ю., Меладзе М.А, Хлынова Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –92 с.
8. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Меладзе М.А, Хлынова Т.В., Шайкин А.Н., Ригер Т.В., /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Шайкина А.Н.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.
9. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том I. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной и нескольких переменных. Элементы алгебры. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Старшова Т.Н., Ригер Т.Ф., Меладзе М.А., Бурухина Т.Ф., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –148 с.
10. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том II. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Аверина О.А., Чечеткина Е.И., Напеденина Е.Ю., Напеденин Ю.Т., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –120 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации.
- Комплекс обучающих программ.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://kvm.muctr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

## 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.muctr.ru/>, (общее число слайдов – 960);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 9 контрольных работ, общее число вариантов – 450);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 3 итоговые аттестации, общее число билетов – 150).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «**Математика**» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные традиционными учебными досками и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебно-методические пособия, разработанные на кафедре высшей математики, выложены на сайте кафедры <http://kvm.muctr.ru> и на сайте библиотеки РХТУ имени Д.И.Менделеева <https://lib.muctr.ru>.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, принтеры, сканер и копировальный аппарат используются для подготовки раздаточных материалов.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине, комплекты контрольных и экзаменационных билетов.

Учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п.п. | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Срок окончания действия лицензии  |
|--------|---|---------------------------------------|---|
| 1.     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочно   |
| 2.     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  |
| 3.     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 4.     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

### Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки             |
|--|---|--|
| <b>1 СЕМЕСТР</b>   |   |  |
| <b>Раздел 1.</b><br>Элементы алгебры.<br>Аналитическая геометрия на плоскости. | <i>Знает:</i><br>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения | Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр) |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i><br/>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i><br/>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p>  | Оценка на зачете с оценкой   |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Функция одной переменной. Предел функции.<br/>Непрерывность функции.</p> | <p><i>Знает:</i><br/>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i><br/>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i><br/>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p> | Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр)<br>Оценка на зачете с оценкой |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Дифференциальное исчисление функции одной переменной.</p>                | <p><i>Знает:</i><br/>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p>   | Оценка за контрольную работу № 2 (1 семестр)<br>Оценка на зачете с оценкой |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p><i>Умеет:</i><br/>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i><br/>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p>   |  |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/>Интегральное исчисление функции одной переменной.</p>          | <p><i>Знает:</i><br/>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i><br/>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i><br/>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 3 (1 семестр)<br/>Оценка на зачете с оценкой</p> |
| <b>2 СЕМЕСТР</b>   |   |  |
| <p><b>Раздел 5.</b><br/>Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.</p> | <p><i>Знает:</i><br/>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i></p>  | <p>Оценка за контрольную работу № 4 (2 семестр)<br/>Оценка на экзамене</p>         |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p>   |  |
| <p><b>Раздел 6.</b><br/>Кратные интегралы</p>                        | <p><i>Знает:</i></p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 5 (2 семестр)<br/>Оценка на экзамене</p> |
| <p><b>Раздел 7.</b><br/>Криволинейные и поверхностные интегралы.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной</p>  | <p>Оценка за контрольную работу № 6 (2 семестр)<br/>Оценка на экзамене</p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p>  |   |
| <b>3 СЕМЕСТР</b>  |  |   |
| <p><b>Раздел 8.</b><br/>Дифференциальные уравнения первого порядка.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 7 (3 семестр)</p> <p>Оценка на экзамене</p> |
| <p><b>Раздел 9.</b><br/>Дифференциальные уравнения второго порядка.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические</p>  | <p>Оценка за контрольную работу № 8 (3 семестр)</p> <p>Оценка на экзамене</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p>  |  |
| <p><b>Раздел 10.</b><br/>Системы дифференциальных уравнений.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 8 (3 семестр)<br/>Оценка на экзамене</p> |
| <p><b>Раздел 11.</b><br/>Числовые и функциональные ряды.</p>     | <p><i>Знает:</i></p> <p>основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять</p>  | <p>Оценка за контрольную работу № 9 (3 семестр)<br/>Оценка на экзамене</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата.</p> |  |
|--|---|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«\_\_\_\_\_Математика\_\_\_\_\_»

основной образовательной программы

\_\_19.03.01\_ «\_Биотехнология\_»

код и наименование направления подготовки (специальности)

«\_\_\_\_\_»

наименование ООП

Форма обучения: \_\_ очная \_\_

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание<br>дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                               |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1                                 |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Физика»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена заведующим кафедрой физики В. В. Горевым и старшими преподавателями кафедры Н.А. Богатовым, А.С. Савиной.

Программа рассмотрена и одобрена на расширенном заседании кафедры физики РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_12\_» \_\_\_\_\_ апреля \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол №\_11\_

## **1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой физики РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение двух семестров.

Дисциплина «Физика» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в рамках школьной программы по физике и математике.

**Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

**Задачи дисциплины** - решения которых обеспечивает достижение цели, - формирование представлений об основных физических законах природы и методах теоретических исследований различных физических явлений, а также получение представления о современных экспериментальных методах исследования.

Дисциплина «Физика» преподается во втором и третьем семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## **2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

**Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Наименование категории (группы) ОПК | Код и наименование ОПК   |
|-------------------------------------|--|
| Естественно-научная подготовка      | ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.   |
| Естественно-научная подготовка      | ОПК-3. Способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы. |

**Общекультурные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Наименование категории (группы) ОК | Код и наименование ОК                                  |
|------------------------------------|--|
|                                    | ОК-7. Способность к самоорганизации и самообразованию. |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений; методы обработки результатов физического эксперимента.

*Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую

информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий

*Владеть:*

- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;  
навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.

### 3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы   | Всего       |            | Семестр     |            |             |            |
|--|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|  |             |            | 2           |            | 3           |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.   |
| Общая трудоемкость дисциплины                                    | <b>10</b>   | <b>360</b> | <b>4</b>    | <b>144</b> | <b>6</b>    | <b>216</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>                   | <b>3,55</b> | <b>128</b> | <b>1,35</b> | <b>48</b>  | <b>2,20</b> | <b>80</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b> | -           | -          | -           | -          | -           | -          |
| Лекции   | 1,33        | 48         | 0,45        | 16         | 0,89        | 32         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)        | -           | -          | -           | -          | -           | -          |
| Практические занятия (ПЗ)  | 1,33        | 48         | 0,45        | 16         | 0,89        | 32         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)        | -           | -          | -           | -          | -           | -          |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0,89        | 32         | 0,45        | 16         | 0,44        | 16         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)        | -           | -          | -           | -          | -           | -          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                    | <b>4,45</b> | <b>160</b> | <b>1,67</b> | <b>60</b>  | <b>2,78</b> | <b>100</b> |
| Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач/зач с оц.) | 4,45        | -          | 1,67        | -          | 2,78        | -          |

|   |          |           |                |           |                |           |
|---|----------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы) |          | 160       |                | 60        |                | 100       |
| <b>Виды контроля:</b>   |          |           |                |           |                |           |
| <b>Зачет с оценкой</b>  | -        | -         | -              | -         | -              | -         |
| <b>Экзамен</b>  | <b>2</b> | <b>72</b> | <b>1</b>       | <b>36</b> | <b>1</b>       | <b>36</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация  | 2        | 0,8       | 1              | 0,4       | 1              | 0,4       |
| Подготовка к экзамену.  |          | 71,2      |                | 35,6      |                | 35,6      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  |          |           | <b>Экзамен</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

| Вид учебной работы   | Всего       |            | Семестр     |            |             |            |
|--|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|  | ЗЕ          | Астр. ч.   | 2           |            | 3           |            |
|  |             |            | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ          | Астр. ч.   |
| Общая трудоемкость дисциплины                                    | <b>10</b>   | <b>270</b> | <b>4</b>    | <b>108</b> | <b>6</b>    | <b>162</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>                   | <b>3,55</b> | <b>96</b>  | <b>1,35</b> | <b>36</b>  | <b>2,20</b> | <b>60</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b> |             |            |             |            |             |            |
| Лекции   | 1,33        | 36         | 0,45        | 12         | 0,89        | 24         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)        |             |            |             |            |             |            |
| Практические занятия (ПЗ)  | 1,33        | 36         | 0,45        | 12         | 0,89        | 24         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)        |             |            |             |            |             |            |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0,89        | 24         | 0,45        | 12         | 0,44        | 12         |

|   |             |            |                |           |                |           |
|---|-------------|------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )          |             |            |                |           |                |           |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>4,45</b> | <b>120</b> | <b>1,67</b>    | <b>45</b> | <b>2,78</b>    | <b>75</b> |
| Контактная самостоятельная работа ( <i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i> ) | 4,45        | -          | 1,67           | -         | 2,78           | -         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                                |             | 120        |                | 45        |                | 75        |
| <b>Виды контроля:</b>   |             |            |                |           |                |           |
| <b>Зачет с оценкой</b>  | -           | -          | -              | -         | -              | -         |
| <b>Экзамен</b>  | <b>2</b>    | <b>54</b>  | <b>1</b>       | <b>27</b> | <b>1</b>       | <b>27</b> |
| <b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>                         | 2           | 0,6        | 1              | 0,3       | 1              | 0,3       |
| <b>Подготовка к экзамену.</b>   |             | 53,4       |                | 26,7      |                | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  |             |            | <b>Экзамен</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

| № п/п    | Раздел дисциплины  | Всего     | в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии) | Лекции   | в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии) | Прак. Зан. | в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии) | Лаб. работы | в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии) | Сам. работа |
|----------|--|-----------|--|----------|--|------------|--|-------------|--|-------------|
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Физические основы механики.</b>   | <b>44</b> | -                                      | <b>8</b> | -                                      | <b>8</b>   | -                                      | <b>8</b>    | -                                      | <b>20</b>   |
| 1.1      | Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.  | 11        | -                                      | 2        | -                                      | 2          | -                                      | 2           | -                                      | 5           |
| 1.2      | Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.                                      | 11        | -                                      | 2        | -                                      | 2          | -                                      | 2           | -                                      | 5           |
| 1.3      | Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.  | 11        | -                                      | 2        | -                                      | 2          | -                                      | 2           | -                                      | 5           |
| 1.4      | Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные. | 11        | -                                      | 2        | -                                      | 2          | -                                      | 2           | -                                      | 5           |

|          |   |           |   |           |   |           |   |          |   |           |
|----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|----------|---|-----------|
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Основы молекулярной физики.</b>  | <b>48</b> | - | <b>6</b>  | - | <b>6</b>  | - | <b>6</b> | - | <b>30</b> |
| 2.1      | Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. | 16        | - | 2         | - | 2         | - | 2        | - | 10        |
| 2.2      | Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.                          | 16        | - | 2         | - | 2         | - | 2        | - | 10        |
| 2.3      | Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.                                     | 16        | - | 2         | - | 2         | - | 2        | - | 10        |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток</b>  | <b>16</b> | - | <b>2</b>  | - | <b>2</b>  | - | <b>2</b> | - | <b>10</b> |
| 3.1      | Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле.   | 16        | - | 2         | - | 2         | - | 2        | - | 10        |
| <b>4</b> | <b>Раздел 4. Электромагнетизм.</b>  | <b>42</b> | - | <b>8</b>  | - | <b>10</b> | - | <b>4</b> | - | <b>20</b> |
| 4.1      | Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца  | 22        | - | 4         | - | 6         | - | 2        | - | 10        |
| 4.2      | Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.  | 20        | - | 4         | - | 4         | - | 2        | - | 10        |
| <b>5</b> | <b>Раздел 5. Оптика.</b>  | <b>54</b> | - | <b>12</b> | - | <b>6</b>  | - | <b>6</b> | - | <b>30</b> |
| 5.1      | Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.   | 18        | - | 4         | - | 2         | - | 2        | - | 10        |

|          |   |            |          |           |          |           |          |          |          |           |
|----------|---|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| 5.2      | Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.   | 18         | -        | 4         | -        | 2         | -        | 2        | -        | 10        |
| 5.3      | Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору   | 18         | -        | 4         | -        | 2         | -        | 2        | -        | 10        |
| <b>6</b> | <b>Раздел 6. Элементы квантовой физики</b>  | <b>84</b>  | <b>-</b> | <b>12</b> | <b>-</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>6</b> | <b>-</b> | <b>50</b> |
| 6.1      | Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.   | 30         | -        | 4         | -        | 4         | -        | 2        | -        | 20        |
| 6.2      | Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна. | 29         | -        | 4         | -        | 8         | -        | 2        | -        | 15        |
| 6.3      | Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц.             | 25         | -        | 4         | -        | 4         | -        | 2        | -        | 15        |
|          | Итого   | 288        |          |           |          |           |          |          |          |           |
|          | Экзамен   | 72         |          |           |          |           |          |          |          |           |
|          | <b>ИТОГО</b>  | <b>360</b> |          |           |          |           |          |          |          |           |



## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Физические основы механики.**

1.1. Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.

1.2. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.

1.3. Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.

1.4. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.

### **Раздел 2. Основы молекулярной физики.**

2.1. Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

2.2. Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.

2.3. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

### **Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток.**

3.1. Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле

### **Раздел 4. Электромагнетизм.**

4.1. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.

4.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

### **Раздел 5. Оптика.**

5.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

5.2. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.

5.3. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору.

### **Раздел 6. Элементы квантовой физики.**

6.1. Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.

6.2. Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.





|  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12   | - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.   |   | + | + | + | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><u>общепрофессиональные и общекультурные компетенции и индикаторы их достижения:</u></b> |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | <b>Код и наименование ОПК<br/>(перечень из п.2)</b>   | <b>Код и наименование индикатора достижения ОПК<br/>(перечень из п.2)</b> |   |   |   |   |   |   |
| 13   | ОПК-2. Владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, и его оценки современными методами количественной обработки информации. |   | + | + | + | + | + | + |
| 14   | ОПК-3. Способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы.  |   | + | + | + | + | + | + |
|  | <b>Код и наименование ОК<br/>(перечень из п.2)</b>  | <b>Код и наименование индикатора достижения ОК (перечень из п.2)</b>      |   |   |   |   |   |   |
| 15   | ОК-7. Способность к самоорганизации и самообразованию.  |   | + | + | + | + | + | + |



## 6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | Некоторые сведения о системах единиц. Порядок решения физических задач. Кинематика. Векторная и координатная формы описания движения материальной точки. Кинематические уравнения движения. Криволинейное движение. Нормальное и тангенциальное ускорения. Кинематические характеристики вращательного движения.                                    | 2    |
| 2     | 1                    | Динамика. Второй закон Ньютона. Движение тела под действием временной силы. Движение тела переменной массы. Закон сохранения импульса. Неупругое и упругое столкновение шаров. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Силы трения. Работа постоянной и переменной силы. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения энергии в механике. | 2    |
| 3     | 1                    | Динамика вращательного движения. Основной закон динамики вращательного движения. Момент инерции. Теорема Штейнера. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.   | 2    |
| 4     | 1                    | Кинематика гармонических колебаний. Динамика гармонических колебаний. Физический маятник. Затухающие и вынужденные колебания.   | 2    |
| 5     | 2                    | Основное уравнение молекулярно-кинетической теории для идеального газа. Распределения Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла.  | 2    |
| 6     | 2                    | Первое начало термодинамики и применение его к изопроцессам. Теплоемкость идеального газа. Адиабатный процесс. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.   | 2    |
| 7     | 2                    | Явление переноса. Диффузия. Теплопроводность. Вязкость. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества. Идеальная жидкость. Уравнение неразрывности. Закон Бернулли. Формула Торричелли.   | 2    |
| 8     | 3                    | Взаимодействие точечных зарядов. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Связь потенциала с напряженностью. Теорема Остроградского-Гаусса и применение ее к расчету электрических полей, обладающих симметрией.  | 2    |
| 9     | 4                    | Магнитное поле и его характеристики. Применение закона Био-Савара-Лапласа и теоремы о циркуляции к расчету магнитных полей.   | 2    |
| 10    | 4                    | Закон Ампера. Магнитный момент контура с током. Контур с током в магнитном поле.  | 2    |
| 11    | 4                    | Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном  | 2    |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
|    |   | поле.  |   |
| 12 | 4 | Магнитный поток. Работа сил магнитного поля. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность.   | 2 |
| 13 | 5 | Интерференция света. Интерференция в тонких пленках.   | 2 |
| 14 | 5 | Кольца Ньютона. Интерферометры.  | 2 |
| 15 | 5 | Дифракция света. Метод зон Френеля. Дифракция  | 2 |
| 16 | 5 | Фраунгофера от одной щели. Дифракционная решетка.  | 2 |
| 17 | 5 | Поляризация света. Закон Брюстера. Закон Малюса.   | 2 |
| 18 | 5 |  | 2 |
| 19 | 6 | Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела. | 2 |
| 20 | 6 | Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Тормозное излучение. Атом водорода по Бору. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Соотношения неопределенностей.                      | 2 |
| 21 | 6 | Микрочастица в бесконечно глубокой, прямоугольной потенциальной яме. Потенциальная ступень. Потенциальный барьер.  | 2 |
| 22 | 6 | Многоэлектронный атом. Векторная модель атома. Атомный терм. Мультиплетность. Магнитный момент атома. Магнитный момент атома. Атом в магнитном поле. Опыты Штерна-Герлаха.           | 2 |
| 23 | 6 | Распределение Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах. Энергия Ферми. Температура Ферми.  | 2 |
| 24 | 6 | Квантовая теория теплоемкости твердых тел по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Предельный закон Дебая. Фононы. Элементы ядерной физики. Дозиметрия.                 | 2 |

## 6.2 Лабораторные занятия.

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Физика», а также дает знания о методиках проведения экспериментальных исследовательских работ и их анализе, а также осуществления расчета статистических характеристик с целью определения погрешностей проведенных экспериментов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 32 балла (максимально по 2 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и модули, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Часы |
|-------|----------------------|---------------------------------|------|
|-------|----------------------|---------------------------------|------|

|    |      |   |   |
|----|------|---|---|
| 1  | 1    | Определение времени соударения шаров и величины коэффициентов восстановления скорости и энергии.    | 4 |
| 2  | 1    | Проверка закона сохранения импульса при упругом и неупругом ударе двух шаров.                       | 4 |
| 3  | 1    | Определение момента инерции тела, движущегося по наклонной плоскости.                               | 4 |
| 4  | 1    | Изучение динамики вращательного движения. Маятник Обербека.   | 4 |
| 5  | 1    | Определение ускорения свободного падения с помощью обратного маятника.                              | 4 |
| 6  | 1    | Определение линейных размеров объёма, массы, плотности тела.  | 4 |
| 7  | 1    | Проверка основного закона динамики вращательного движения твёрдого тела.                            | 4 |
| 8  | 1    | Измерение механики косо́го и прямого удара (компьютерная модель).                                   | 4 |
| 9  | 1    | Маятник Максвелла. (реальная модель)  | 4 |
| 10 | 1    | Маятник Максвелла. (компьютерная модель).   | 4 |
| 11 | 1    | Физический маятник.   | 4 |
| 12 | 1    | Метод крутильных колебаний.   | 4 |
| 13 | 2    | Построение функции распределения случайной величины по результатам эксперимента.                    | 4 |
| 14 | 2    | Определение показателя адиабаты методом измерения скорости звука (компьютерная модель).             | 4 |
| 15 | 2    | Изучение вязкости среды.  | 4 |
| 16 | 2    | Измерение коэффициента вязкости воздуха (компьютерная модель).                                      | 4 |
| 17 | 2    | Измерение коэффициента вязкости воздуха и эффективного диаметра молекулы газа капиллярным способом. | 4 |
| 18 | 2    | Определение вязкости жидкости методом Стокса.   | 4 |
| 19 | 3    | Исследование электростатического поля методом электролитической ванны.                              | 4 |
| 20 | 3    | Определение ёмкости конденсатора методом баллистического гальванометра.                             | 4 |
| 21 | 3    | Исследование электростатического поля точечных зарядов.   | 4 |
| 22 | 3    | Исследование электростатического поля.  | 4 |
| 23 | 3    | Электрическое поле точечных зарядов.  | 4 |
| 24 | 3    | Теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в вакууме.                             | 4 |
| 25 | 4    | Магнитное поле Земли.   | 4 |
| 26 | 3; 4 | Удельное заряд электрона. Магнитная фокусировка.  | 4 |
| 27 | 4    | Магнитное поле.   | 4 |
| 28 | 5    | Интерференция света. Опыт Юнга.   | 4 |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 29 | 5 | Дифракция света на одиночной щели и дифракционной решётке. | 4 |
| 30 | 5 | Опыт Юнга.   | 4 |
| 31 | 5 | Опыт Ньютона.  | 4 |
| 32 | 6 | Изучение законов теплового излучения. Яркостный пирометр.  | 4 |
| 33 | 6 | Фотоэффект.  | 4 |
| 34 | 6 | Внешний фотоэффект   | 4 |

## 7 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена (2 и 3 семестр) и лабораторного практикума (2 и 3 семестр) по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8 ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 24 балла), лабораторного практикума (максимальная оценка 16 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

## **8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 6 контрольных работ. Максимальная оценка за контрольную работу 1 и 2 (2 семестр) составляет по 12 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы 3, 4, 5 и 6 (3 семестр) составляет 24 баллов, по 6 баллов за каждую работу.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 задачи, по 6 баллов за вопрос.**

### **Вопрос 1.1.**

1. Однородный стержень массой 0,1 кг может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей через точку  $O$ , расположенной на расстоянии одной трети от верхнего конца стержня. В нижнюю точку стержня попадает горизонтально летящий шарик и прилипает к стержню. Скорость шарика 10 м/с, его масса 2 г. Определить линейную скорость точки, принадлежащей верхнему концу стержня в начальный момент времени.
2. Определить период гармонических колебаний физического маятника, состоящего из двух шариков массами 5 кг и 10 кг, закрепленных на его концах. Горизонтальная ось проходит через точку на стержне, отстающую от его верхнего конца на одну четверть. Шарик можно считать материальными точками.
3. Определить циклическую частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из однородного плоского диска. Масса стержня 1 кг, масса диска 2 кг. Горизонтальная ось проходит через точку соединения стержня и диска перпендикулярно плоскости диска.
4. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной 30 см и массой 100 г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через: 1) его конец; 2) его середину; 3) точку, отстоящую от конца стержня на  $1/3$  его длины.
5. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность полета в 4 раза больше максимальной высоты траектории.
6. Шар массой 10 кг, движущийся со скоростью 4 м/с, сталкивается с шаром массой 4 кг, скорость которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.
7. Снаряд массой 10 кг обладал скоростью 200 м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой 3

кг получила скорость 400 м/с в прежнем направлении. Найти скорость второй, большей части после разрыва.

8. Определить частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из невесомого стержня длины 0,2 м и двух шариков массами 30 г и 50 г, укрепленных на концах стержня. Горизонтальная ось проходит через середину стержня. Шарик можно рассматривать как материальные точки.
9. Однородный диск массой 1 кг может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точку на образующей диска попадает горизонтально летящий со скоростью 10 м/с шарик прилипает к его поверхности. Масса шарика 5 г. Определить угловую скорость вращения диска в начальный момент времени. Радиус диска 20 см.

### Вопрос 1.2.

1. Шар массой  $m=10$  кг, движущийся со скоростью  $v_1=4$  м/с, сталкивается с шаром массой  $m=4$  кг, скорость  $v_2$  которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость и шаров после удара в случае, когда шары движутся навстречу друг другу.
2. В лодке массой  $m_1=240$  кг стоит человек массой  $m_2=60$  кг. Лодка плывет со скоростью  $v_1=2$  м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью  $v=4$  м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает вперед по движению лодки.
3. В лодке массой  $m_1=240$  кг стоит человек массой  $m_2=60$  кг. Лодка плывет со скоростью  $v_1=2$  м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью  $v=4$  м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает в сторону, противоположную движению лодки.
4. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием  $M=15$  т. Орудие стреляет вверх под углом  $60^\circ$  к горизонту в направлении пути. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда  $m=20$  кг и он вылетает со скоростью 600 м/с?
5. Снаряд массой  $m=10$  кг обладал скоростью  $v=200$  м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой  $m_1=3$  кг получила скорость  $u_1=400$  м/с в прежнем направлении. Найти скорость  $u_2$  второй, большей части после разрыва.
6. Под действием постоянной силы  $F$  вагонетка прошла путь 5 м и приобрела скорость  $v=2$  м/с. Определить работу  $A$  силы, если масса  $m$  вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения 0,01.
7. Вычислить работу  $A$ , совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой  $m=100$  кг на высоту  $h=4$  м за время  $t=2$  с.
8. Найти работу  $A$  подъема груза по наклонной плоскости длиной 2 м, если масса  $m$  груза равна 100 кг, угол наклона  $\varphi=30^\circ$ , коэффициент трения 0,1 и груз движется с ускорением  $a=1$  м/с<sup>2</sup>.

9. Для сжатия пружины на 1 см нужно приложить силу  $F=10$  Н. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы сжать пружину на 10 см, если сила пропорциональна сжатию?
10. Пружина жесткостью  $k=10$  кН/м сжата силой  $F=200$  Н. Определить работу  $A$  внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на  $x=1$  см.
11. Пружина жесткостью  $k=1$  кН/м была сжата на 4 см. Какую нужно совершить работу  $A$ , чтобы сжатие пружины увеличить до 18 см?
12. Гиря, положенная на верхний конец спиральной пружины, поставленной на подставке, сжимает ее на  $x=2$  мм. На сколько сожмет пружину та же гиря, упавшая на конец пружины с высотой  $h=5$  см?
13. Камень брошен вверх под углом  $60^\circ$  к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определить кинетическую  $T$  и потенциальную  $\Pi$  энергии камня в высшей точке его траектории. Соппротивлением воздуха пренебречь.
14. С какой наименьшей высоты  $h$  должен начать скатываться акробат на велосипеде (не работая ногами), чтобы проехать по дорожке, имеющей форму «мертвой петли» радиусом  $R=4$  м, и не оторваться от дорожки в верхней точке петли? Трением пренебречь.
15. Молекула распадается на два атома. Масса одного из атомов в  $n=3$  раза больше, чем другого. Пренебрегая начальной кинетической энергией и импульсом молекулы, определить кинетические энергии и атомов, если их суммарная кинетическая энергия  $T=0,032$  нДж.
16. Пуля массой  $m=10$  г, летевшая со скоростью  $v=600$  м/с, попала в баллистический маятник массой  $M=5$  кг и застряла в нем. На какую высоту  $h$ , откачнувшись после удара, поднялся маятник?
17. Уравнение колебаний точки имеет вид  $x = A \cos[\omega(t+\tau)]$ , где  $\omega=\pi$  1/с,  $\tau=0,2$  с. Определить период  $T$  и начальную фазу колебаний.
18. Определить период, частоту и начальную фазу колебаний, заданных уравнением  $x = A \sin[\omega(t+\tau)]$ , где  $\omega=2,5\pi$  с<sup>-1</sup>,  $\tau=0,4$  с
19. Определить максимальные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой  $A=3$  см и угловой частотой  $\omega=\pi(2$  с<sup>-1</sup>).
20. Точка совершает колебания по закону  $x = A\cos(\omega t)$ , где  $A=5$  см;  $\omega=2$  с<sup>-1</sup>. Определить ускорение точки в момент времени, когда ее скорость 8 см/с.
21. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту  $\omega$  колебаний и максимальное ускорение точки.
22. Максимальная скорость точки, совершающей гармонические колебания, равна 10 см/с, максимальное ускорение = 100 см/с<sup>2</sup>. Найти угловую частоту  $\omega$  колебаний, их период  $T$  и амплитуду  $A$ . Написать уравнение колебаний, приняв начальную фазу равной нулю.
23. Материальная точка массой 50 г совершает колебания, уравнение

- которых имеет вид  $x=A \cos(\omega t)$ , где  $A = 10$  см,  $\omega=5$  с<sup>-1</sup>. Найти силу  $F$ , действующую на точку в момент, когда фаза  $\omega t=\pi/3$ .
24. Грузик массой  $m=250$  г, подвешенный к пружине, колеблется по вертикали с периодом  $T=1$  с. Определить жесткость  $k$  пружины.
  25. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на  $x=9$  см. Каков будет период  $T$  колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
  26. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на  $x=9$  см. Каков будет период  $T$  колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
  27. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно 1,5.
  28. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту  $\omega$  колебаний и максимальное ускорение точки.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 задачи, по 6 баллов максимум за каждую.**

**Вопрос 2.1.**

1. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения наиболее вероятной скорости не более, чем на 2%. На графике распределения скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
2. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения  $1/3$  наиболее вероятной скорости не более, чем на 2 %.
3. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы лежит в интервале значений от 0 до  $0,02$  средней квадратичной скорости. На графике распределения вероятности скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
4. Определить долю молекул идеального газа, кинетические энергии которых лежат в интервале значений от 0 до  $0,02$  кТ. На графике распределения вероятности энергии заштриховать площадь, соответствующую найденному значению доли молекул.
5. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения  $0,5$  наиболее вероятной скорости не более, чем на 1 %.
6. Найти среднее значение энергии молекулы массой  $m$  при значении температуры  $T$ .
7. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура  $T$  воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

8. Газ, занимавший объем 12 л под давлением 100 кПа, был изобарно нагрет от температуры 300 К до 400 К. Определить работу  $A$  расширения газа.
9. Гелий массой 1 г был нагрет на 100 К при постоянном давлении  $p$ . Определить: 1) количество теплоты, переданное газу; 2) работу расширения; 3) приращение внутренней энергии газа.
10. Азот массой 5 кг, нагретый на 150 К, сохранил неизменный объем. Найти: 1) количество теплоты, сообщенное газу; 2) изменение внутренней энергии; 3) совершенную газом работу.
11. Водород массой 4 г был нагрет на 10 К при постоянном давлении. Определить работу  $A$  расширения газа.
12. Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление 90 кПа. На какой высоте вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление 100 кПа? Считать, что температура воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

### Вопрос 2.2.

1. В сосуде вместимостью  $V=20$  л находится газ количеством вещества  $\nu=1,5$  кмоль. Определить концентрацию  $n$  молекул в сосуде.
2. Водород массой  $m=4$  г был нагрет на  $\Delta T=10$  К при постоянном давлении. Определить работу  $A$  расширения газа.
3. В сосуде вместимостью  $V$  находится кислород, концентрация молекул  $n$ . Определить массу  $m$  газа.
4. При изотермическом расширении кислорода, содержавшего количество вещества  $\nu=1$  моль и имевшего температуру  $T=300$  К, газу было передано количество теплоты  $Q=2$  кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?
5. В двух одинаковых по вместимости сосудах находятся разные газы: в первом — водород, во втором — кислород. Найти отношение  $n_1/n_2$  концентраций газов, если массы газов одинаковы.
6. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью  $V=30$  л при температуре  $T=300$  К и давлении  $p=5$  МПа?
7. Азот массой  $m=200$  г расширяется изотермически при температуре  $T=280$  К, причем объем газа увеличивается в два раза. Найти:
  - 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа;
  - 2) совершенную при расширении газа работу  $A$ ;
  - 3) количество теплоты  $Q$ , полученное газом.
8. Баллон вместимостью  $V=20$  л содержит водород при температуре  $T=300$  К под давлением  $p=0,4$  МПа. Каковы будут температура  $T_1$  и давление  $p_1$ , если газу сообщить количество теплоты  $Q=6$  кДж?
9. В баллоне вместимостью  $V=5$  л находится азот массой  $m=17,5$  г. Определить концентрацию  $n$  молекул азота в баллоне.
10. Водород занимает объем  $V_1=10$  м<sup>3</sup> при давлении  $p_1=100$  кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления  $p_2=300$  кПа. Определить: 1) изменение  $U$  внутренней энергии газа; 2) работу  $A$ , совершенную газом; 3) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.

11. Какое количество теплоты  $Q$  выделится, если азот массой  $m=1$  г, взятый при температуре  $T=280$  К под давлением  $p_1=0,1$  МПа, изотермически сжать до давления  $p_2=1$  МПа?
12. При изохорном нагревании кислорода объемом  $V=50$  л давление газа изменилось на  $p=0,5$  МПа. Найти количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.
13. Баллон вместимостью  $V=20$  л содержит водород при температуре  $T=300$  К под давлением  $p=0,4$  МПа. Каковы будут температура  $T_1$  и давление  $p_1$ , если газу сообщить количество теплоты  $Q=6$  кДж?
14. Гелий массой  $m=1$  г был нагрет на  $T=100$  К при постоянном давлении  $p$ . Определить: 1) количество теплоты  $Q$ , переданное газу; 2) работу  $A$  расширения; 3) приращение  $U$  внутренней энергии газа.
15. Определить плотность  $\rho$  насыщенного водяного пара в воздухе при температуре  $T=300$  К. Давление  $p$  насыщенного водяного пара при этой температуре равно  $3,55$  кПа.
16. При изотермическом расширении водорода массой  $m=1$  г, имевшего температуру  $T=280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу  $A$  расширения газа и полученное газом количество теплоты  $Q$ .
17. Найти плотность  $\rho$  газовой смеси водорода и кислорода, если их массовые доли  $w_1$  и  $w_2$  равны соответственно  $1/9$  и  $8/9$ . Давление  $p$  смеси равно  $100$  кПа, температура  $T=300$  К.
18. Баллон вместимостью  $V=20$  л содержит водород при температуре  $T=300$  К под давлением  $p=0,4$  МПа. Каковы будут температура  $T_1$  и давление  $p_1$ , если газу сообщить количество теплоты  $Q=6$  кДж?
19. При нагревании идеального газа на  $\Delta T=1$  К при постоянном давлении объем его увеличился на  $1/350$  первоначального объема. Найти начальную температуру  $T$  газа.
20. Какой объем  $V$  занимает идеальный газ, содержащий количество вещества  $\nu=1$  кмоль при давлении  $p=1$  МПа и температуре  $T=400$  К?

**Раздел 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная содержит 2 задачи, по 6 баллов каждая.**

**Вопрос 3.1.**

1. Прямой металлический стержень диаметром  $5$  см и длиной  $4$  м несет равномерно распределенный по его поверхности заряд  $500$  нКл. Определить напряженность  $E$  поля в точке, находящейся на расстоянии  $1$  см от его поверхности против середины стержня.
2. Два точечных заряда  $2$  нКл и  $-1$  нКл находятся на расстоянии  $3$  см друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность  $E$  поля в которой равна нулю.
3. На металлической сфере радиусом  $10$  см находится заряд  $1$  нКл. Определить напряженность электрического поля в следующих точках: 1) на расстоянии  $8$  см от центра сферы; 2) на ее поверхности; 3) на расстоянии  $15$  см от центра сферы. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния от центра сферы.

4. Расстояние между зарядами  $+3 \text{ нКл}$  и  $-3 \text{ нКл}$  диполя равно  $12 \text{ см}$ . Найти напряженность и потенциал поля, создаваемого диполем в точке, удаленной на  $8 \text{ см}$  как от первого, так и от второго заряда.
5. Тонкое кольцо радиуса  $8 \text{ см}$  несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью  $10 \text{ нКл/м}$ . Какова напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние  $10 \text{ см}$ ?
6. Очень длинная тонкая прямая проволока несет заряд, равномерно распределенный по всей ее длине. Вычислить линейную плотность заряда, если напряженность поля на расстоянии  $0,5 \text{ м}$  от проволоки против ее середины равна  $200 \text{ В/м}$ .
7. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью  $1 \text{ мкКл/м}^2$ . На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей расположен круг радиусом  $10 \text{ см}$ . Вычислить поток вектора напряженности через этот круг.
8. Диполь с электрическим моментом  $20 \text{ нКл}\cdot\text{м}$  находится в однородном электрическом поле напряженностью  $50 \text{ кВ/м}$ . Вектор электрического момента составляет угол  $60$  градусов с линиями поля. Какова потенциальная энергия диполя?
9. Диполь с электрическим моментом  $200 \text{ мкКл}\cdot\text{м}$  свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью  $150 \text{ кВ/м}$ . Вычислить работу  $A$ , необходимую для того, чтобы повернуть диполь на угол  $180$  градусов.
10. Диполь с электрическим моментом  $100 \text{ мкКл}\cdot\text{м}$  свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью  $E=10 \text{ кВ/м}$ . Определить изменение потенциальной энергии диполя при повороте его на угол  $60$  градусов.

### Вопрос 3.2.

1. Найти магнитную индукцию в центре кольца с током  $10 \text{ А}$ , радиус кольца равен  $5 \text{ см}$ .
2. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка радиусом  $8 \text{ см}$  равна  $30 \text{ А/м}$ . Определить напряженность поля, создаваемого витком в точке, лежащей на оси витка на расстоянии  $6 \text{ см}$  от его центра.
3. По прямому бесконечно длинному проводу течет ток  $50 \text{ А}$ . Определить индукцию  $B$  в точке, удаленной на расстояние  $5 \text{ см}$  от проводника.
4. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии  $5 \text{ см}$  один от другого. По проводам текут одинаковые токи  $10 \text{ А}$  в противоположных направлениях. Найти напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии  $2 \text{ см}$  от одного и  $3 \text{ см}$  от другого провода.
5. По двум бесконечно длинным прямым проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи  $30 \text{ А}$  и  $40 \text{ А}$ . Расстояние между проводами  $20 \text{ см}$ . Определить магнитную индукцию в точке, одинаково удаленной от обоих проводов на расстояние  $20 \text{ см}$ .
6. Квадратная проволочная рамка с длинным прямым проводом

расположена в одной плоскости так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи 1 кА. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

7. Тонкий провод в виде дуги, составляющей две трети кольца радиусом 15 см, находится в однородном магнитном поле 20 мТл. По проводу течет ток 30 А. Плоскость, в которой лежит дуга, перпендикулярна линиям магнитной индукции, и подводящие провода находятся вне поля. Определить силу, действующую на провод.
8. Двухпроводная линия состоит из длинных параллельных прямых проводов, находящихся на расстоянии 4 мм друг от друга. По проводам текут одинаковые токи 50 А. Определить силу взаимодействия токов, приходящуюся на единицу длины провода.
9. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка равна 200 А/м. Магнитный момент витка равен  $1 \text{ А} \cdot \text{м}^2$ . Вычислить силу тока в витке и радиус витка.

#### **Раздел 5-6. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная содержит 2 задачи, по 6 баллов каждая.**

##### **Вопрос 4.1.**

1. На пути монохроматического света с длиной волны 0,6 мкм находится плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 0,1 мм. Свет падает на пластинку нормально. На какой угол следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути изменилась на половину длины волны?
2. Расстояние между двумя когерентными источниками света равно 0,1 мм при длине волны 0,5 мкм. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние от источников до экрана.
3. В опыте Юнга расстояние между щелями равно 0,8 мм, длина волны 640 нм. На каком расстоянии от щелей следует расположить экран, чтобы ширина интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?
4. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние от них до экрана равно 3 м. Длина волны 0,6 мкм. Определить ширину полос интерференции на экране.
5. На мыльную пленку (показатель преломления 1,3), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,55 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?
6. Вычислить радиус пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта (длина волны 0,5 мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии 1 м от фронта волны.
7. Угол Брюстера при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57 градусов. Определить скорость света в этом кристалле.

8. Пучок естественного света падает на стеклянную (показатель преломления 1,6) призму. Определить двугранный угол призмы, если отраженный пучок максимально поляризован.

#### **Вопрос 4.2.**

1. Определить энергию, излучаемую за время 1 минута из смотрового окошка площадью  $8 \text{ см}^2$  плавильной печи, если ее температура 1200 К. Считать, что печь излучает как абсолютно черное тело.
2. Определить температуру абсолютно черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на красную границу видимого спектра (длина волны 750 нм).
3. Определить работу выхода электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта 500 нм.
4. На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода.
5. Определить давление солнечного излучения на зачерненную пластинку, расположенную перпендикулярно солнечным лучам и находящуюся вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца.
6. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии: 1) на свободных электронах; 2) на свободных протонах.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен, 3 семестр - экзамен).**

Максимальное количество баллов за экзамен 2 семестр – 40 баллов, за экзамен 3 семестр – 40 баллов.

#### **8.3.1 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен).**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

1. Предмет кинематики. Кинематические характеристики поступательного движения. Перемещение, скорость, нормальное и тангенсальное ускорение.

2. Вращательное движение твердого тела и его кинематические характеристики: угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение.

3. Предмет динамики. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.

4. Массы и силы в механике (гравитационные, упругие, вязкие). Законы Ньютона и закон сохранения импульса.
5. Работа постоянной и переменной силы. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в природе.
6. Момент силы и момент инерции материальной точки и твердого тела. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно оси.
7. Закон сохранения момента импульса. Жесткий ротатор, как модель двухатомной молекулы. Приведенная масса и ее роль.
8. Кинематика гармонических колебаний. Амплитуда, частота и фаза гармонических колебаний. Векторная диаграмма. Сложение колебаний одного направления и одинаковой частоты.
9. Динамика гармонических колебаний. Дифференциальные уравнения гармонических колебаний. Математический, пружинный и физический маятник. Двухатомная молекула, как линейный гармонический осциллятор.
10. Дифференциальные уравнения затухающих и вынужденных колебаний. Логарифмический декремент затухания. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы. Понятие о резонансе.
11. Волновые движения. Волны продольные и поперечные. Длина волны, волновое число. Дифференциальное волновое уравнение. Энергия, переносимая волной. Поток энергии и плотности потока энергии. Волнового движения.
12. Молекулярно-кинетический метод изучения системы многих частиц (атомов и молекул). Размеры, сечения столкновения и средняя длина свободного пробега молекул. Число Ван-дер-Ваальса.
13. Идеальный газ. Основное уравнение Молекулярно-кинетической теории идеального газа.
14. Функция распределения молекул по абсолютным значениям скорости (распределение Максвелла). Вероятнейшая, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорость молекул.
15. Термодинамический метод в физике. Основные понятия и параметры, характеризующие состояние системы (объем, давление, температура). Внутренняя энергия.
16. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам (изотерам, изохора, изобара, адиабата). Теплоемкость идеального газа при постоянном давлении и постоянном объеме.
17. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии.
18. Элементы физической кинетики. Перенос энергии, импульса и массы на молекулярном уровне. Диффузия, закон Фика. Теплопроводность, закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

19. Коэффициенты переноса и их зависимости от давления, температуры и размеров молекул. Особенности явлений переноса в ультраразряженных газах.

20. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Физический смысл входящих в него поправок, отличающий реальный газ от идеального. Изотермы реальных газов.

21. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиса.

### **8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 3, 4, 5 и 6 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

1. Электромагнетизм. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа.

2. Магнитная индукция прямого и кругового тока. Магнитный дипольный момент кругового тока. Теорема о циркуляции. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле.

3. Магнитные свойства вещества. Гипотеза Ампера. Напряженность магнитного поля. Намагниченность. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Классификация магнетиков (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики).

4. Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Работа сил магнитного поля. Уравнение электромагнитной индукции (закон Фарадея-Максвелла). Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.

5. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Экстратоки замыкания и размыкания. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.

6. Уравнения Максвелла. Ток смещения. Вектор электрического смещения. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон полного тока. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в неё уравнений.

7. Возникновение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна. Скорость распространения электромагнитной волны. Энергия, переносимая электромагнитной волной. Вектор Пойнтинга. Принцип относительности в электродинамике.

8. Электромагнитная природа света. Поперечность электромагнитных волн. Монохроматические волны. Когерентность. Методы получения когерентных источников. Условия усиления и ослабления света при интерференции.

9. Оптическая длина пути и оптическая разность хода лучей. Интерференция волн от двух когерентных точечных источников. Ширина

интерференционной полосы. Интерферометр Майкельсона. Интерференция света в тонких пленках.

10. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Полное отражение и его применение в технике.

11. Волноводы и световоды. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка как спектральный прибор.

12. Поляризация волн. Естественный и поляризованный свет. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Закон Брюстера. Закон Малюса.

13. Двойное лучепреломление. Искусственная оптическая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Рассеяние света. Закон Релея. Поглощение света. Закон Ламберта-Бугера-Бэра. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.

14. Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка.

15. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и объяснения законов фотоэффекта. Определение постоянной Планка.

16. Элементы специальной теории относительности. Эффект Комптона. Коротковолновая граница рентгеновского излучения. Фотон – элементарная частица. Энергия, масса и импульс фотона.

17. Модель атома Томсона. опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах излучения атома водорода.

18. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору. Серийная формула.

19. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов.

20. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка с помощью соотношения неопределенностей энергии основного состояния связанной частицы, и естественной ширины спектральной линии.

21. Волновая функция и её статистический смысл. Нормировка волновой функции. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Стандартные условия, налагаемые на волновую функцию.

22. Квантовая частица в одномерной, бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме. Собственные значения энергии частицы и собственные нормированные волновые функции, описывающие её состояние.

23. Одномерная потенциальная ступень (порог). Коэффициент отражения и прохождения. Одномерный потенциальный барьер. Коэффициент прохождения (прозрачности).

24. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода (в сферических координатах). Собственные волновые функции и квантовые числа, характеризующие состояние электрона в атоме.

25. Собственная волновая функция, описывающая основное состояние атома водорода. Радиальное распределение плотности вероятности обнаружения электрона. Квантовый гармонический и ангармонический осцилляторы. Молекулярные спектры.

26. Орбитальное гироманнитное отношение. Опыты Штерна-Герлаха. Спин электрона. Спиновое гироманнитное отношение. Спин-орбитальное взаимодействие.

27. Многоэлектронный атом. Атомный терм. Мультиплетность. Магнитный момент атома. Фактор Ланде. Эффект Зеемана.

28. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц.

29. Симметричные и антисимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Вырожденный электронный газ.

30. Понятия о квантовых теориях теплоемкостей по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Фононы. Предельный закон Дебая.

31. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Понятие о дозиметрии и защите.

32. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Современная физическая картина мира: иерархия структур материи, эволюция Вселенной, физическая картина мира как философская категория.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4 Структура и примеры билетов для экзамена (2 и 3 семестр)

Экзамен по дисциплине «Физика» проводится в 2 и 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 - 2, 3 – 6 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов и 2 задач, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

|  |  |
|--|--|
| «Утверждаю»<br>_____<br>зав.каф.<br>физики | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                           |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>им. Д.И. Менделеева</b> |
|  | <b>Кафедра физики</b>  |

|   |   |
|---|---|
| (Должность, наименование<br>кафедры)<br><br>_____ <u>В.В.</u><br><br><u>Горев</u><br>(Подпись) (И. О.<br>Фамилия)<br><br>«__» _____<br>20__ г.  | <b>19.03.01 Биотехнология</b><br><b>Профиль - «Биотехнология»</b> |
|   | <b>Физика</b>   |
| <b>Билет № 1</b>  |   |
| 1. Работа постоянной и переменной силы. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в природе.<br>2. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии.<br>3. Задача-1*.<br>4. Задача-2*. |   |

\*выдается преподавателем, проводившим семинарские занятия в семестре, на отдельном бланке.

## 9 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 9.1 Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература:

1. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. — М.: КНОРУС, 2012. - 528 с
2. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 2. Электричество: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2012. - 442 с
3. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2012. - 537 с
4. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. - М.: Высш. шк. - 1988. - 527 с
5. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. - Изд. 17-е, стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 560 с.

#### Б. Дополнительная литература:

1. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 560 с.
2. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 2: Термодинамика и молекулярная физика /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 544 с.

3. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с.
4. Иродов И. Е. Механика. Основные законы [Электронный ресурс] - 13-е изд. (эл.). - М.: Лаборатория знаний, 2017. – 312 с.
5. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы [Электронный ресурс] – 10-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 322 с.
6. Иродов И. Е. Волновые процессы. Основные законы [Электронный ресурс] - 7-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 265 с.
7. Иродов И. Е. Квантовая физика. Основные законы [Электронный ресурс]: учебное пособие - 7-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 261 с.

## **9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям и семинарам.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
- <http://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

## **9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 23, (общее число слайдов – 274);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 578);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 145).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной

литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физика» проводятся в форме лекций, семинаров, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

- Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.
- Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.
- Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.
- Технологическое оборудование для обработки, подготовки и проведения лабораторных работ:
  - 10 компьютеров 2014 года;
  - 10 компьютеров 2002/2004 года;
  - 10 лаб. установок для проведения студ. практикума, 2014 года;
  - Фотометр фотоэлектрический Юнико 1201, 2018 года;
  - Моноблок Lenovo тип 3, 3 шт., 2019 года;
  - Весы порционные AND-НТ-500, 2 шт., 2019 года;
  - Секундомер механический, 17 шт., 2019 года;
  - Аквадистиллятор АЭ-25, 2019 года;
  - Рефрактометр «Компакт», 2 шт., 2019
  - Шкаф сушильный ШС-20-02, 2019
  - Весы лабораторные ВЛТЭ-510с, 2 шт., 2019
  - рН-метр-милливольтметр рН-420, 2 шт., 2019

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; задачки в бумажных экземплярах.

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса;  
Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п. п. | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Срок окончания действия лицензии   | Примечание  | Возможность дистанционного использования |
|---------|--|---------------------------------------|--|---|--|
| 1.      | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | бессрочно  | Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах. | Нет                                      |
| 2.      | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.  | Нет                                      |
| 3.      | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li></ul> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.  | Нет                                      |

|    |   |  |   |   |     |
|----|---|--|---|---|-----|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul>  |  |   |   |     |
| 4. | <p>O365ProPlusOpenFcltyShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> <p>Контракт № не определен, проводится закупочная процедура</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> | Да  |
| 5. | <p>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.</p>   | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> <p>Контракт № не определен, проводится закупочная процедура</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> | Нет |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование модулей                                   | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки                   |
|--|---|--|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Физические основы механики</p> | <p><i>Знает:</i><br/>-физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)</p> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;</li> </ul> <p>проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;</li> <li>• навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.</li> </ul> |   |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Основы молекулярной физики</p> | <p><i>Знает:</i></p> <p>-физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;</li> </ul> <p>проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты,</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)</p> <p>Оценка за лабораторный практикум (2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2 семестр)</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;</li> </ul> <p>навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.</p>   |  |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Электростатика и постоянный электрический ток</p> | <p><i>Знает:</i><br/>-физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений;</p> <p><i>Умеет:</i><br/>- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с</p> | <p>Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр)</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>использованием современных компьютерных технологий.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;</li> </ul> <p>навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.</p>  |  |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/>Электромагнетизм</p> | <p><i>Знает:</i></p> <p>-физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;</li> <li>• навыками обоснования своих</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №4 (3 семестр)</p> |

|                                    |  |   |
|------------------------------------|--|---|
|                                    | <p>суждений и выбора метода исследования.</p>  |   |
| <p><b>Раздел 5.</b><br/>Оптика</p> | <p><i>Знает:</i><br/>-физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений;</p> <p><i>Умеет:</i><br/>- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;</li> <li>• навыками обоснования своих</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 5 (3 семестр)</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | суждений и выбора метода исследования.   |   |
| <b>Раздел 6.</b><br>Элементы<br>квантовой физики | <p><b>Знает:</b><br/>-физические основы механики; смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; методы обработки результатов физического эксперимента; основные методы решения задач по описанию физических явлений;</p> <p><b>Умеет:</b><br/>- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; проводить анализ научно-технической литературы; проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;</li> <li>• навыками обоснования своих</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №6 (3 семестр)</p> <p>Оценка за лабораторный практикум (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | суждений и выбора метода исследования. |  |
|--|--|--|

### **13. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Общая и неорганическая химия»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена профессорами кафедры общей и неорганической химии:

доктором химических наук, профессором С.Н. Соловьевым,

кандидатом химических наук, доцентом А.Я. Дупалом

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «22» апреля 2021 г., протокол №8

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Дисциплина «Общая и неорганическая химия» относится к базовой части дисциплин учебного плана. Для успешного освоения дисциплины студент должен знать основной теоретический материал, изучаемый в школьном курсе химии, а также уметь решать простейшие задачи и составлять формулы соединений и уравнения химических реакций. Опираясь на полученные в средней школе знания в области общей и неорганической химии, программа предусматривает их расширение и углубление.

**Цель дисциплины** - приобретение знаний и компетенций, формирование современных представлений в области теоретических основ химии и химии элементов.

**Задачи дисциплины** - овладение теоретическими основами химии и основами неорганической химии; формирование у студентов навыков экспериментальной работы; развитие навыков решения конкретных практических задач и исследовательской работы.

Дисциплина «Общая и неорганическая химия» преподается в 1 и 2 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

### 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Общая и неорганическая химия» при подготовке бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология, способствует формированию следующих общекультурных (ОК) и общепрофессиональных компетенций (ОПК):

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

- способностью и готовностью использовать в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);
- владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- электронное строение атомов и молекул;
- основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии;
- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;
- методы описания химических равновесий в растворах электролитов,
- строение и свойства координационных соединений;
- получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ.

*Уметь:*

- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;
- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;
- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;

*Владеть:*

- теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;
- основными навыками работы в химической лаборатории;
- экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                            | Всего       |            | 1 семестр   |            | 2 семестр   |            |
|--|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>12</b>   | <b>432</b> | <b>7</b>    | <b>252</b> | <b>5</b>    | <b>180</b> |
| <b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b> | <b>6,23</b> | <b>224</b> | <b>3,56</b> | <b>128</b> | <b>2,67</b> | <b>96</b>  |

|  |             |            |                |           |                |           |
|--|-------------|------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| Лекции                                       | 1,78        | 64         | 0,89           | 32        | 0,89           | 32        |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,89        | 32         | 0,89           | 32        | -              | -         |
| Лабораторные работы (ЛР)                     | 3,56        | 128        | 1,78           | 64        | 1,78           | 64        |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>           | <b>3,78</b> | <b>136</b> | <b>2,44</b>    | <b>88</b> | <b>1,34</b>    | <b>48</b> |
| Контактная самостоятельная работа            |             | -          |                | -         |                | -         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 3,78        | 136        | 2,44           | 88        | 1,34           | 48        |
| <b>Вид контроля:</b>                         |             |            |                |           |                |           |
| <b>Экзамен</b>                               | <b>2</b>    | <b>72</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b> | <b>1</b>       | <b>36</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 2           | 0,8        | 1              | 0,4       | 1              | 0,4       |
| Подготовка к экзамену                        |             | 71,2       |                | 35,6      |                | 35,6      |
| <b>Вид итогового контроля</b>                |             |            | <b>Экзамен</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

| Виды учебной работы                            | Всего       |            | 1 семестр   |            | 2 семестр   |            |
|--|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|  | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ          | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>12</b>   | <b>324</b> | <b>7</b>    | <b>189</b> | <b>5</b>    | <b>135</b> |
| <b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b> | <b>6,23</b> | <b>168</b> | <b>3,56</b> | <b>96</b>  | <b>2,67</b> | <b>72</b>  |
| Лекции   | 1,78        | 48         | 0,89        | 24         | 0,89        | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89        | 24         | 0,89        | 24         | -           | -          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 3,56        | 96         | 1,78        | 48         | 1,78        | 48         |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>             | <b>3,78</b> | <b>102</b> | <b>2,44</b> | <b>66</b>  | <b>1,34</b> | <b>36</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              |             | -          |             | -          |             | -          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 3,78        | 102        | 2,44        | 66         | 1,34        | 36         |
| <b>Вид контроля:</b>                           |             |            |             |            |             |            |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>2</b>    | <b>54</b>  | <b>1</b>    | <b>27</b>  | <b>1</b>    | <b>27</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 2           | 0,6        | 1           | 0,3        | 1           | 0,3        |

|                               |  |      |  |                |  |                |
|-------------------------------|--|------|--|----------------|--|----------------|
| Подготовка к экзамену         |  | 53,4 |  | 26,7           |  | 26,7           |
| <b>Вид итогового контроля</b> |  |      |  | <b>Экзамен</b> |  | <b>Экзамен</b> |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №п/п      | Раздел дисциплины   | Академ. часов |           |            |             |             |
|-----------|---|---------------|-----------|------------|-------------|-------------|
|           |   | Всего         | Лек-ции   | Прак. зан. | Лаб. работы | Сам. работа |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Принципы химии</b>   | <b>216</b>    | <b>32</b> | <b>32</b>  | <b>64</b>   | <b>88</b>   |
| 1.1       | Строение атома  | 9             | 2         | 2          | -           | 5           |
| 1.2       | Периодический закон и периодическая система                             | 8             | 3         | -          | -           | 5           |
| 1.3       | Окислительно-восстановительные процессы                                 | 19            | 3         | 2          | 4           | 10          |
| 1.4       | Химическая связь и строение молекул                                     | 47            | 9         | 10         | 8           | 20          |
| 1.5       | Понятие о химической термодинамике, термодинамические функции состояния | 18            | 5         | 4          | -           | 9           |
| 1.6       | Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие                    | 8             | 2         | 2          | -           | 4           |
| 1.7       | Растворы. Равновесия в растворах  | 107           | 8         | 12         | 52          | 35          |
|           | <b>Экзамен</b>  | <b>36</b>     |           |            |             |             |
|           | <b>Итого 1 семестр</b>  | <b>252</b>    |           |            |             |             |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Неорганическая химия</b>                                   | <b>144</b>    | <b>32</b> | <b>-</b>   | <b>64</b>   | <b>48</b>   |
| 2.1       | Химия s-элементов   | 21            | 3         | -          | 12          | 6           |
| 2.2       | Химия p-элементов   | 74            | 17        | -          | 32          | 25          |
| 2.3       | Химия d-элементов   | 45            | 10        | -          | 20          | 15          |
| 2.4       | Химия f-элементов   | 4             | 2         | -          | -           | 2           |
|           | <b>Экзамен</b>  | <b>36</b>     |           |            |             |             |
|           | <b>Итого 2 семестр</b>  | <b>180</b>    |           |            |             |             |
|           | <b>ИТОГО</b>  | <b>432</b>    | <b>64</b> | <b>32</b>  | <b>64</b>   | <b>200</b>  |

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### Раздел 1. Принципы химии

### 1.1 Строение атома.

Волновые свойства материальных объектов. Уравнение де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Понятие о квантовой механике и уравнении Шредингера. Волновая функция. Электронная плотность. Характеристика состояния электронов квантовыми числами. Квантовые числа и формы электронных облаков. Формы электронных облаков для s-, p- и d-состояний электронов в атомах. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Максимальное число электронов в электронных слоях и оболочках. Правило Хунда. Последовательность энергетических уровней электронов в многоэлектронных атомах.

### 1.2 Периодический закон и периодическая система.

Современная формулировка периодического закона. Периодическая система и ее связь со строением атомов. Заполнение электронных слоев и оболочек атомов в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Особенности электронного строения атомов в группах, в семействах лантаноидов и актиноидов: s-, p-, d- и f-элементы.

Атомные и ионные радиусы, условность этих понятий. Изменение радиусов атомов по периодам и группам периодической системы элементов. Ионные радиусы и их зависимость от электронного строения атомов и степени окисления. Энергия ионизации и сродство к электрону как характеристики энергетического состояния атома. Закономерности в изменении энергии ионизации на примере элементов второго периода. Значение периодического закона для естествознания. Предсказание свойств веществ на основе периодического закона, представление о методах сравнительного расчета М.Х. Карапетьянца.

### 1.3 Окислительно-восстановительные процессы.

Степень окисления атома в соединении. Важнейшие окислители и восстановители. Основные схемы превращения веществ в окислительно-восстановительных реакциях. Влияние температуры, концентрации реагентов, их природы, среды и других условий на глубину и направление протекания окислительно-восстановительных реакций.

### 1.4 Химическая связь и строение молекул

Ковалентная связь, основные положения метода валентных связей. Электроотрицательность атомов. Ионная и ковалентная связи, свойства ковалентной связи: направленность и насыщенность. Полярная ковалентная связь. Донорно-акцепторный механизм образования связи. Характеристики ковалентной связи: длина, энергия (энтальпия), валентные углы. Соотношение длин и энергий (энтальпий) одинарных и кратных связей.

Эффективные заряды атомов в молекуле. Дипольный момент связи и дипольный момент молекулы. Дипольные моменты и строение молекул.

Рассмотрение схем перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах. Гибридизация волновых функций, примеры sp-, sp<sup>2</sup>-, sp<sup>3</sup>-гибридизаций. Гибридизация с участием d-орбиталей. Заполнение гибридных орбиталей неподеленными парами электронов. Образование кратных связей;

$\sigma$ - и  $\pi$ -связи, их особенности. Делокализованные  $\pi$ -связи и процедура наложения валентных схем. Метод Гиллеспи.

Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО). Связывающие, несвязывающие и разрыхляющие орбитали. Последовательность заполнения МО в двухатомных частицах, состоящих из атомов второго периода. Объяснение возможности существования двухатомных частиц при помощи метода МО.

Объяснение магнитных свойств молекул и ионов с позиций метода МО. Понятие о многоцентровой связи на примере рассмотрения химической связи в молекуле  $B_2H_6$ .

Общие сведения о комплексных соединениях. Комплексообразователь, лиганды, координационные числа, дентантность лигандов, внутренняя и внешняя сферы комплексного соединения. Классификация комплексов по виду координируемых лигандов. Номенклатура комплексных соединений. Представление об изомерии комплексных соединений. Реакции образования и разрушения комплексных соединений.

Квантово-химические трактовки природы химической связи в комплексных соединениях. Метод валентных связей. Понятие о теории кристаллического поля. Объяснение магнитных свойств и наличия или отсутствия окраски комплексных соединений.

Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Энергия и длина водородной связи. Влияние наличия водородной связи на свойства химических соединений и их смесей (температуры плавления и кипения, степень диссоциации в водном растворе и др.).

Ионная связь как предельный случай ковалентной связи. Ненаправленность и ненасыщаемость ионной связи. Поляризация ионов. Зависимость поляризующего действия иона и его поляризуемости от типа электронной структуры, заряда и радиуса ионов. Влияние поляризации на свойства соединений и их смесей.

Общие представления о межмолекулярном взаимодействии: ориентационное, индукционное, дисперсионное взаимодействия.

1.5 Понятие о химической термодинамике, термодинамические функции состояния (характеристические функции).

Внутренняя энергия и энтальпия, их физический смысл. Понятие о термодинамической системе, изолированные системы. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимия и термохимические уравнения. Понятие о стандартном состоянии индивидуальных жидких и кристаллических веществ, газов и растворов. Стандартные энтальпии образования, растворения и сгорания веществ. Закон Гесса и следствия из него. Использование закона Гесса для вычисления энтальпий реакций и энтальпий связи в молекуле. Понятие об энтропии, абсолютная энтропия и строение вещества. Изменение энтропии в различных процессах.

1.6 Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие.

Элементарные (одностадийные) и неэлементарные (сложные) реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Зависимость скорости реакции от температуры; энтальпия активации.

Понятие о гомогенном и гетерогенном катализе. Примеры каталитических процессов в промышленности и лабораторной практике.

Истинное и кажущееся равновесия, их признаки. Константа химического равновесия ( $K_c$  и  $K_p$  для газовых равновесий).

Энергия Гиббса, ее связь с энтропией и энтальпией. Физический смысл энергии Гиббса. Энтропийный и энтальпийный факторы процесса. Связь  $\Delta G^\circ_T$  с константой равновесия. Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Критерий самопроизвольного протекания процессов в изобарно-изотермических условиях.

Смещение химического равновесия, принцип Ле-Шателье – Брауна. Влияние температуры, давления, добавки инертного газа и изменения концентрации реагентов на химическое равновесие.

### 1.7 Растворы. Равновесия в растворах

Процессы, сопровождающие образование жидких истинных растворов неэлектролитов и электролитов.

Краткая характеристика межчастичных взаимодействий в растворах. Идеальные и реальные растворы. Активность; коэффициент активности как мера отклонения свойств компонента реального раствора от его свойств в идеальном растворе. Способы выражения концентраций растворов. Эквивалент и закон эквивалентов.

Ассоциированные и неассоциированные электролиты. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации электролита (закон разбавления Оствальда). Состояние бесконечного разбавления раствора электролита, свойства такого раствора. Шкала стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах. Ступенчатая диссоциация электролитов. Влияние одноименных ионов на равновесие диссоциации слабого электролита в растворе. Равновесие в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого электролита и его кристаллов, произведение растворимости, условия осаждения и растворения малорастворимого электролита. Равновесие диссоциации в растворах комплексных соединений, константа нестойкости и константа устойчивости комплексного иона. Реакции образования и реакции разрушения комплексных соединений.

Равновесие диссоциации воды, ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Шкала величин pH и pOH. Способы расчета величин pH растворов. Буферные растворы. Поляризующее действие ионов соли на молекулы воды.

Гидролиз солей, гидролиз по катиону и аниону. Ступенчатый гидролиз. Взаимное усиление гидролиза, полный (необратимый) гидролиз. Константа и

степень гидролиза, связь между этими и концентрацией раствора. Способы усиления и подавления гидролиза. Понятие о сольволизе.

## **Раздел 2. Неорганическая химия.**

### **2.1 Химия s-элементов**

Щелочные металлы. Общая характеристика свойств элементов, нахождение в природе, получение и химические свойства металлов. Соединения щелочных металлов, оксиды, пероксиды, озониды; получение, их свойства и химическая связь в этих соединениях. Гидроксиды щелочных металлов, получение в промышленности NaOH, химические свойства гидроксидов. Общая характеристика солей, получение соды по методу Сольве. Особенности химии лития. Области применения щелочных металлов и их соединений.

Щелочно-земельные металлы, бериллий, магний. Общая характеристика свойств металлов, нахождение в природе, получение металлов и их химические свойства. Общая характеристика солей этих элементов, их растворимость и гидролизуемость. Оксиды и гидроксиды этих элементов: получение и химические свойства. Жесткость воды и методы ее устранения. Особенности химии бериллия. Области применения металлов и их соединений.

### **2.2 Химия p-элементов**

Общая характеристика p - элементов, сравнение химических свойств и реакционной способности.

Бор. Соединения бора в природе, получение бора и его химические свойства. Бориды металлов, бороводороды, борогидриды металлов: получение, химическая связь в бороводородах, химические свойства соединений. Нитрид бора и материалы на его основе. Борный ангидрид и борные кислоты, получение и кислотно-основные свойства. Получение галогенидов бора и их гидролиз. Применение бора и его соединений.

Алюминий. Природные источники и получение металла. Оксид, гидроксид, алюминаты: получение и химические свойства. Гидролиз солей алюминия, квасцы. Гидрид алюминия и алюмогидриды, синтез и использование в качестве восстановителей. Применение алюминия и его соединений.

Галлий, индий, таллий. Природные источники, получение и химические свойства этих металлов. Оксиды, гидроксиды, соли этих металлов, особенности химических свойств соединений. Особенности химии таллия. Применение галлия, индия, таллия и их соединений.

Углерод. Аллотропные модификации: графит, алмаз, карбин, фуллерены. Условия синтеза искусственных алмазов. Углеродные нанотрубки.

Химические свойства углерода. Классификация карбидов. Оксиды углерода (II) и (IV): получение и химические свойства. Угольная кислота, ее соли и производные.

Синильная кислота, ее соли: получение и химические свойства. Роданиды. Применение углерода и его соединений.

Кремний. Природные источники, методы получения и очистки. Химические свойства кремния, его оксида и кремниевой кислоты. Кварцевое стекло, силикагель, растворимое стекло. Водородные соединения кремния, получение и восстановительная активность. Силициды металлов, карбид кремния, нитрид кремния, гексафторкремниевая кислота: получение и свойства. Применение кремния и его соединений.

Германий, олово, свинец. Природные источники, получение этих элементов и их химические свойства. Оксиды и гидроксиды элементов, станнаты (II и IV), плумбаты (II и IV). Сульфиды: получение и их химические свойства. Соли тиоокислот. Общая характеристика солей, растворимость и гидролизуемость. Применение германия, олова, свинца и их соединений.

Азот. Общая характеристика химических свойств элементов группы азота. Промышленное и лабораторное получение азота. Проблема связанного азота и возможные пути ее решения. Аммиак: получение, химические свойства аммиака, жидкий аммиак как растворитель, амиды, имиды и нитриды, их гидролиз. Гидразин и гидросиламин: получение, строение молекул, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Азотистый водород: получение, строение молекулы, азиды металлов.

Оксиды азота (I, II, III, IV, V); их получение, химическая связь и свойства. Влияние на окружающую среду выбросов оксида азота. Азотистая кислота и нитриты, получение и восстановительные свойства. Азотная кислота как окислитель, термическое разложение нитратов и их использование в качестве окислителей. Царская водка и ее реакции с металлами. Применение азота и его соединений. Азотные удобрения.

Фосфор. Природные источники фосфора, получение фосфора в промышленности. Многообразие аллотропных модификаций фосфора, белый и красный фосфор. Фосфин: получение, строение молекулы, химические свойства. Фосфиды металлов. Фосфиновая (фосфорноватистая), фосфоновая (фосфористая) кислоты, фосфинаты (гипофосфиты) и фосфонаты (фосфиты) как восстановители. Гидратация  $P_4O_{10}$ , фосфорные кислоты, фосфаты, взаимные переходы фосфатов. Соединения фосфора с галогенами: получение, строение молекул, гидролиз. Применение фосфора и его соединений.

Мышьяк, сурьма, висмут. Нахождение в природе, получение. Водородные соединения, получение и восстановительная активность. Кислородные соединения; кислоты мышьяка и сурьмы: получение, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Гидроксид висмута. Соединения элементов с галогенами, их гидролиз, соли антимошила и висмутила. Кислотнo-основные свойства сульфидов мышьяка, сурьмы и висмута, их взаимодействие с растворимыми сульфидами. Тиоокислоты и их соли. Области применения соединений элементов.

Кислород. Промышленное и лабораторное получение кислорода, строение молекулы, парамагнетизм кислорода. Физические и химические

свойства. Озон: получение, строение молекулы, окислительное действие. Классификация кислородных соединений элементов. Пероксид водорода: получение, строение молекулы, окислительно-восстановительные свойства. Области применения кислорода и его соединений.

Сера, селен, теллур. Природные источники, получение элементов и их химические свойства. Аллотропия серы, строение ее молекулы. Водородные соединения элементов: получение, строение молекул, восстановительные свойства. Сульфиды, методы получения, восстановительные свойства, гидролиз, отношение к минеральным кислотам. Сульфаны и полисульфиды. Диоксиды элементов: методы получения, строение молекул, кислотные и окислительно-восстановительные свойства. Влияние выбросов сернистого газа на окружающую среду. Триоксиды элементов: получение, гидратация, окислительные свойства. Кислородные кислоты S (IV), Se (IV), Te (IV), способы получения и свойства. Сопоставление окислительно-восстановительных свойств этих кислот и их солей.

Серная кислота: получение, строение молекулы, окислительное действие концентрированного водного раствора, Водоотнимающее свойство. Сульфаты, гидросульфаты. Пиросерная кислота. Тиосерная кислота и тиосульфат натрия: получение и химические свойства. Селеновая и теллуровая кислоты, методы получения и свойства. Хлористый тионил и хлористый сульфурил: получение, строение молекул, гидролиз. Хлорсульфоновая кислота. Применение серы, селена, теллура и их соединений.

Водород. Промышленное и лабораторное получение водорода, классификация гидридов, восстановительная активность водорода и гидридов металлов.

Галогены. Общая характеристика химических свойств галогенов, нахождение в природе, промышленное и лабораторное получение. Особенности химических свойств фтора, фториды кислорода. Реакции хлора, брома и йода с водой и растворами щелочей. Водородные соединения галогенов: получение, кислотные свойства, термическая стабильность, восстановительные свойства. Ассоциация молекул HF в плавиковой кислоте, дифториды калия и натрия. Кислородные соединения хлора и йода: получение, строение молекул, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Кислородные кислоты хлора, брома и йода, способы получения, окислительное действие. Соли кислородных кислот галогенов как окислители в кристаллическом состоянии. Сопоставление кислотных и окислительных свойств кислородных кислот галогенов и их солей. Межгалогенные соединения, их гидролиз. Области применения галогенов и их соединений.

Благородные газы. Нахождение в природе, промышленное получение благородных газов. Причины химической инертности элементов. Клатратные соединения благородных газов. Химические соединения криптона и ксенона со фтором: получение, строение молекул, гидролиз. Кислородные соединения

благородных газов, кислородные кислоты и их соли. Области применения благородных газов и их соединений.

### 2.3 Химия d-элементов.

Особенности химии d-элементов. Закономерности изменения химических свойств по группам и периодам. Нестехиометрические соединения.

Хром, молибден, вольфрам, сиборгий. Природные источники, получение металлов и их химические свойства. Соли хрома (III), оксид и гидроксид хрома (III): получение, кислотно-основные свойства, гидролиз. Хромовый ангидрид: получение, гидратация, окислительные свойства. Хроматы и бихроматы как окислители. Получение хлористого хромила и его гидролиз. Сопоставление химических свойств соединений молибдена и вольфрама со свойствами аналогичных соединений хрома. Применение хрома, молибдена, вольфрама и их соединений.

Марганец, технеций, рений, борий. Природные источники, получение и химические свойства металлов. Соединения марганца (II), получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Диоксид марганца, манганаты (IV), получение и химические свойства. Манганаты (VI), перманганаты, марганцевый ангидрид, марганцевая кислота: получение и окислительно-восстановительные свойства. Сопоставление химических свойств соединений технеция и рения со свойствами аналогичных соединений марганца. Применение марганца, технеция, рения и их соединений.

Железо, кобальт, никель. Нахождение в природе, промышленное получение, химические свойства металлов. Соединения степени окисления +2 и +3, получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Комплексные соединения металлов. Ферраты: получение и окислительное действие. Применение железа, кобальта, никеля и их соединений.

Платиновые металлы. Общая характеристика соединений платиновых металлов, их комплексные соединения.

Медь, серебро, золото, ренгений. Нахождение в природе, получение металлов и их химические свойства. Оксиды, гидроксиды, галогениды металлов: получение, кислотно-основные свойства, гидролиз. Комплексные соединения металлов, химическая связь в них. Применение меди, серебра, золота и их соединений.

Цинк, кадмий, ртуть. Природные источники, промышленное получение металлов и их химические свойства. Соединения с кислородом и галогенами, получение и свойства. Соединения ртути (I), амидные соединения ртути. Применение цинка и его соединений. О токсичности неорганических веществ.

### 2.4 Химия f-элементов.

Лантаноиды. Общая характеристика химических свойств, понятие о методах получения этих металлов. Кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов элементов (III), гидролиз солей.

Актиноиды. Сопоставление химических свойств актиноидов со свойствами лантаноидов. Краткая характеристика химических свойств урана. Кислородные соединения и галогениды урана, соли уранила, уранаты. Применение лантаноидов, актиноидов и их соединений.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | Компетенции  | Раздел 1 | Раздел 2 |
|----|--|----------|----------|
|    | <b>Знать:</b>  |          |          |
| 1  | электронное строение атомов и молекул  | +        | +        |
| 2  | основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии  | +        | +        |
| 3  | основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния  | +        | +        |
| 4  | методы описания химических равновесий в растворах электролитов   | +        | +        |
| 5  | строение и свойства координационных соединений   | +        | +        |
| 6  | получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ  |          | +        |
|    | <b>Уметь:</b>  |          |          |
| 7  | выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ  | +        | +        |
| 8  | использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;   | +        | +        |
| 9  | прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях  | +        | +        |
|    | <b>Владеть:</b>  |          |          |
| 10 | теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов | +        | +        |
| 11 | основными навыками работы в химической лаборатории   | +        | +        |
| 12 | экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений  | +        | +        |
|    | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общекультурные</i> и <i>общепрофессиональные компетенции:</i>  |          |          |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 13 | способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)   | + | + |
| 14 | способность и готовностью использовать в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)   | + | + |
| 15 | способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3) | + | + |
| 16 | владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6)  | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия.

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий  | Часы         |
|-------|----------------------|--|--------------|
| 1     | Раздел 1             | Практическое занятие 1. Способы выражения концентраций растворов I (массовая доля, массовый процент, молярность, титр). Приготовление растворов. Решение задач с использованием уравнений материального баланса.   | 2<br>акад.ч. |
| 2     | Раздел 1             | Практическое занятие 2. Способы выражения концентраций растворов II (моляльность, молярная доля, молярное отношение). Взаимный пересчет концентраций. Эквиваленты веществ в реакциях обмена и окисления-восстановления. Фактор эквивалентности, молярная масса и молярный объем эквивалента. | 2<br>акад.ч. |
| 3     | Раздел 1             | Практическое занятие 3. Способы выражения концентрации растворов III (нормальность). Закон эквивалентов. Решение задач по теме эквивалент.   | 2<br>акад.ч. |
| 4     | Раздел 1             | Практическое занятие 4. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР).  | 2<br>акад.ч. |

|    |          |  |              |
|----|----------|--|--------------|
|    |          | Важнейшие окислители и восстановители. Классификация ОВР. Периодический закон и окислительно-восстановительная активность элементов и соединений. Влияние различных факторов на глубину и направление протекания ОВР.  |              |
| 5  | Раздел 1 | Практическое занятие 5. Характеристика состояния электрона в атоме системой квантовых чисел. Принцип Паули и правило Хунда. Форма электронных облаков. Энергетический ряд атомных орбиталей. Электронные формулы атомов и ионов (основное состояние).  | 2<br>акад.ч. |
| 6  | Раздел 1 | Практическое занятие 6. Основные положения метода валентных связей (ВС). Валентные возможности атомов в рамках метода ВС. Гибридные представления. Схемы перекрывания орбиталей при образовании связей в молекулах ( $\text{NCl}_3$ , $\text{NH}_3$ , $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{SCl}_2$ , $\text{PCl}_3$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{BeCl}_2$ , $\text{BBr}_3$ , $\text{CH}_4$ , $\text{CBr}_4$ ). Донорно-акцепторный механизм образования связи ( $\text{Be}_2\text{Cl}_4$ , $\text{Al}_2\text{Br}_6$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{BF}_4^-$ , $\text{AlCl}_4^-$ , $\text{CO}$ ). | 2<br>акад.ч. |
| 7  | Раздел 1 | Практическое занятие 7. Кратные связи ( $\text{CO}_2$ , $\text{HCOOH}$ , $\text{COCl}_2$ , $\text{C}_2\text{H}_2$ , $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$ ). Делокализованные $\pi$ -связи и процедура наложения валентных схем ( $\text{C}_6\text{H}_6$ , $\text{HNO}_3$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{N}_2\text{O}$ , $\text{HN}_3$ ).  | 2<br>акад.ч. |
| 8  | Раздел 1 | Практическое занятие 8. Геометрия молекул, метод Гиллеспи ( $\text{BeF}_2$ , $\text{BF}_3$ , $\text{SnCl}_2$ , $\text{CBr}_4$ , $\text{NH}_3$ , $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{ClF}_3$ , $\text{PCl}_5$ , $\text{SF}_6$ , $\text{XeF}_6$ , $\text{XeF}_4$ , $\text{XeF}_2$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{JF}_5$ , $\text{JF}_7$ ). Геометрия молекул и их дипольный момент ( $\text{CS}_2$ , $\text{SnCl}_2$ , $\text{SnCl}_4$ , $\text{PCl}_5$ , $\text{H}_2\text{O}$ ).  | 2<br>акад.ч. |
| 9  | Раздел 1 | Практическое занятие 9. Метод МО ЛКАО в применении к двухатомным частицам (атомы и ионы, состоящие из атомов элементов второго периода: $\text{O}_2$ , $\text{O}_2^+$ , $\text{O}_2^-$ , $\text{CN}^-$ , $\text{N}_2$ , $\text{B}_2$ , $\text{He}_2^+$ ).  | 2<br>акад.ч. |
| 10 | Раздел 1 | Практическое занятие 10. Химическая связь в комплексных соединениях; метод ВС $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ , $[\text{NiF}_4]^{2-}$ , $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ , $[\text{AgCl}_2]^-$ . Элементы теории кристаллического поля $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ , $[\text{NiF}_4]^{2-}$ ,  | 2<br>акад.ч. |

|    |          |   |              |
|----|----------|---|--------------|
|    |          | $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ . Карбонилы как комплексные соединения $\text{Ni}(\text{CO})_4$ , $\text{Fe}(\text{CO})_5$ , $\text{Cr}(\text{CO})_6$ .   |              |
| 11 | Раздел 1 | Практическое занятие 11. Тепловые эффекты химических реакций, энтальпии образования и сгорания. Закон Гесса, следствия из закона Гесса, вычисление $\Delta H^\circ$ реакций и энергий (энтальпий) связи в молекулах.  | 2<br>акад.ч. |
| 12 | Раздел 1 | Практическое занятие 12. Понятие об энтропии, абсолютная энтропия веществ ( $S^\circ_{\text{T}}$ ) и энтропия процессов ( $\Delta S^\circ_{\text{T}}$ ). Энергия Гиббса как мера химического сродства. Изменение энергии Гиббса в различных процессах, энтропийный и энтальпийный факторы. Вычисление $\Delta G^\circ_{298}$ и $\Delta S^\circ_{298}$ процессов по справочным данным. | 2<br>акад.ч. |
| 13 | Раздел 1 | Практическое занятие 13. Химическое равновесие. Константа химического равновесия ( $K_p$ и $K_c$ ). Расчет равновесных концентраций. Смещение равновесия и принцип Ле-Шателье – Брауна. Связь $\Delta G^\circ_{\text{T}}$ с константой равновесия, связь $\Delta G^\circ_{\text{T}}$ с $\Delta G^\circ$ .   | 2<br>акад.ч. |
| 14 | Раздел 1 | Практическое занятие 14. Свойства растворов электролитов. Константа и степень диссоциации. Ионное произведение воды, шкала pH. Расчет pH растворов кислот и оснований. Расчет pH буферных растворов. Произведение растворимости, концентрация насыщенного раствора (растворимость).   | 2<br>акад.ч. |
| 15 | Раздел 1 | Практическое занятие 15. Гидролиз солей. Ступенчатый гидролиз, полный гидролиз. Способы усиления и подавления гидролиза. Константа и степень гидролиза, их связь с концентрацией соли в растворе. Расчет pH водных растворов солей.   | 2<br>акад.ч. |
| 16 | Раздел 1 | Практическое занятие 16. Реакции образования и разрушения комплексных соединений. Равновесие в растворах комплексных соединений. Константа нестойкости и константа устойчивости.  | 2<br>акад.ч. |

## 6.2. Лабораторные занятия.

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Общая и неорганическая химия», а

также способствует формированию у студентов навыков экспериментальной работы и развитию навыков исследовательской работы.

В часы лабораторных занятий проводятся 3 контрольные работы Раздела 1 и 3 контрольные работы Раздела 2.

Максимальное количество баллов за лабораторные работы – 18 баллов в 1 семестре (максимально 1,5 балла за работу) и 20 баллов во 2 семестре. Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

*Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают*

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ  | Часы         |
|-------|----------------------|--|--------------|
| 1     | Раздел 1             | Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Погрешности результатов численного эксперимента. Зачет по технике безопасности.                                       | 4<br>акад.ч. |
| 2     |                      | Основные понятия и законы химии. Основные классы неорганических соединений. Расчеты по уравнениям реакций.   | 4<br>акад.ч. |
|       |                      | Установление содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах и их формул.   | 4<br>акад.ч. |
| 4     |                      | Определение молярной массы углекислого газа.   | 4<br>акад.ч. |
| 5     |                      | Приготовление раствора заданной концентрации.  | 4<br>акад.ч. |
| 6     |                      | Определение концентрации раствора титрованием.   | 4<br>акад.ч. |
| 7     |                      | Приготовление раствора заданной концентрации и титрование.   | 4<br>акад.ч. |
| 8     |                      | Изучение окислительно-восстановительных реакций.   | 4<br>акад.ч. |
| 9     |                      | Определение молярной массы эквивалента простых и сложных веществ   | 4<br>акад.ч. |
| 10    |                      | Получение и свойства комплексных соединений.   | 4<br>акад.ч. |
| 11    |                      | Синтез комплексных соединений  | 4<br>акад.ч. |
| 12    |                      | Получение спектра поглощения комплексного соединения и изучение концентрационной зависимости оптической плотности раствора. Определение неизвестной концентрации раствора. | 4<br>акад.ч. |
| 13    |                      | Гидролиз солей.  | 4<br>акад.ч. |

| В часы лабораторных занятий проводятся 3 контрольные работы Раздела 1 |          |   |              |
|---|----------|---|--------------|
| 12  | Раздел 2 | Вводное занятие по химии элементов.             | 4<br>акад.ч. |
| 13  |          | Определение карбонатной и общей жесткости воды. | 4<br>акад.ч. |
| 14  |          | Щелочные, щелочноземельные металлы и магний.    | 4<br>акад.ч. |
| 15  |          | Бор и алюминий.                                 | 4<br>акад.ч. |
| 16  |          | Углерод и кремний                               | 4<br>акад.ч. |
| 17  |          | Олово и свинец.                                 | 4<br>акад.ч. |
| 18  |          | Азот.   | 4<br>акад.ч. |
| 19  |          | Фосфор, сурьма, висмут.                         | 4<br>акад.ч. |
| 20  |          | Сера, селен, теллур.                            | 4<br>акад.ч. |
| 21  |          | Хром, молибден, вольфрам.                       | 4<br>акад.ч. |
| 22  |          | Марганец, железо, кобальт, никель.              | 4<br>акад.ч. |
| 23  |          | Медь, серебро.                                  | 4<br>акад.ч. |
| 24  |          | Цинк, кадмий, ртуть.                            | 4<br>акад.ч. |
| В часы лабораторных занятий проводятся 3 контрольные работы Раздела 2 |          |   |              |

В часы лабораторных занятий проводится по 3 контрольные работы в первом и втором семестрах. На контрольные работы отводится по 90 минут, в оставшееся время лабораторного занятия преподаватель разбирает со студентами вопросы контрольной, вызвавшие наибольшие затруднения, а также студенты сдают лабораторные работы.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- Ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;

- регулярную подготовку к практическим занятиям и лабораторным работам, выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзаменов (1 и 2 семестры) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине в 1 семестре складывается из оценок за индивидуальную домашнюю работу (максимальная оценка 12 баллов), контрольные работы (максимальная оценка 30 баллов), лабораторные работы (максимальная оценка 18 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка в 2 семестре складывается из оценок за индивидуальную домашнюю работу (максимальная оценка 4 балла), контрольные работы (максимальная оценка 36 баллов), лабораторные работы (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика индивидуальной домашней работы.

Индивидуальная домашняя работа по курсу выполняется в 1 и 2 семестрах в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка индивидуальной домашней работы – 12 баллов в 1 семестре (1,5 балла за задание) и 4 балла во 2 семестре (по 2 балла за задание).

| Раздел                      | Примерные темы индивидуальной домашней работы  |
|-----------------------------|--|
| Раздел 1.<br>Принципы химии | Эквивалент. Закон эквивалентов.  |
|                             | Приготовление растворов. Способы выражения концентраций растворов.   |
|                             | Основные положения метода валентных связей (ВС). Гибридные представления. Делокализованные $\pi$ -связи и процедура наложения валентных схем |
|                             | Окислительно-восстановительные реакции.  |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | Химическое равновесие. Константа химического равновесия ( $K_p$ и $K_c$ ). Расчет равновесных концентраций. Смещение равновесия и принцип Ле-Шателье – Брауна.              |
|                                   | Геометрия молекул, метод Гиллеспи.  |
|                                   | Свойства растворов электролитов. Константа и степень диссоциации. Ионное произведение воды, шкала pH. Расчет pH растворов кислот и оснований. Расчет pH буферных растворов. |
|                                   | Химическая связь в комплексных соединениях.   |
| Раздел 2.<br>Неорганическая химия | Предсказание свойств веществ на основе периодического закона, представление о методах сравнительного расчета М.Х. Карапетьянца.   |
|                                   | Осуществление превращения, получение неорганического вещества из предложенного  |

## 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы в 1 семестре и 3 контрольных работы во 2 семестре. Максимальная оценка за каждую контрольную работу – 10 баллов в 1 семестре и 12 баллов во 2 семестре.

| Раздел                            | Примерные темы контрольных работ   |
|-----------------------------------|--|
| Раздел 1.<br>Принципы химии       | Контрольная работа 1. Закон эквивалентов. Способы выражения концентраций растворов. Строение атома и периодический закон. Квантовые числа.   |
|                                   | Контрольная работа 2. Химическая связь и строение молекул. Энергетика реакций.   |
|                                   | Контрольная работа 3. Константа равновесия. Равновесия в растворах. Константа и степень диссоциации. Ионное произведение воды, шкала pH. Расчет pH растворов кислот и оснований. Окислительно-восстановительные реакции. |
| Раздел 2.<br>Неорганическая химия | Контрольная работа 1. Химия s-элементов.   |
|                                   | Контрольная работа 2. Химия p-элементов.   |
|                                   | Контрольная работа 3. Химия d-элементов.   |

### Раздел 1. Принципы химии.

#### Контрольная работа №1

1. Оксид металла содержит 52,9 мас.% металла. Определить молярную массу эквивалента металла и его бромида в обменной реакции.
2. 11,2 л (н.у.) бромоводорода растворили в 500 мл воды. Найти концентрацию раствора в мас.%, моляльность и мольное отношение  $H_2O:HBr$ .

3. а) Охарактеризовать квантовыми числами все электроны атома азота в основном состоянии; б) написать электронные формулы атомов теллура и молибдена, а также иона  $\text{Co}^{3+}$ .

4. а) В следующих парах атомов или ионов указать у какой частицы радиус больше:

$\text{Be}$  и  $\text{N}$ ,  $\text{Cr}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Rb}^+$  и  $\text{Br}^-$ ; б) В следующих парах кислот и оснований выбрать более сильную кислоту (основание):  $\text{H}_2\text{ЭО}_2$  и  $\text{H}_2\text{ЭО}_4$ ;  $\text{CsOH}$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Ответ обосновать.

5. Охарактеризуйте валентные возможности атома фосфора. Объясните, почему есть молекулы  $\text{PF}_5$  и  $\text{PCl}_5$ , а нет молекул  $\text{NF}_5$  и  $\text{NCl}_5$ ?

6. Изобразить схемы перекрывания орбиталей при образовании связей в молекуле муравьиной кислоты исходя из гибридных представлений.

Оценка заданий:

| № задания    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\Sigma$ |
|--------------|---|---|---|---|---|---|----------|
| Оценка, балл | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 10       |

### Контрольная работа №2

1. На основе метода Гиллеспи предсказать геометрию следующих частиц:  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{SbH}_3$ ,  $\text{PCl}_4^+$ . Указать полярные молекулы.

2. На основе метода МО определить кратность связи кислород-кислород в молекуле  $\text{O}_2$ , а также магнитные свойства этой молекулы. Как изменится длина связи при переходе от молекулы  $\text{O}_2$  к молекулярному иону  $\text{O}_2^{+}$ ?

3. Рассмотреть на основе метода ВС химическую связь в комплексных ионах  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  и  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$  определить: а) тип гибридизации орбиталей центрального атома, б) геометрию комплекса, в) его магнитные свойства.

4. Для проведения ОВР в кислой среде приготовлен 1,2Н раствор бихромата калия, имеющий плотность 1,04 г/мл. Определить молярность и титр этого раствора, а также мольную долю соли в растворе.

5. Вычислить среднюю энтальпию связи углерод-кислород в молекуле  $\text{CO}_2$  по следующим данным:  $\Delta H^0_{\text{обр. CO}_2(\text{г})} = -393,5$  кДж/моль;

1)  $\text{C}(\text{к, графит}) = \text{C}(\text{г})$ ;  $\Delta H^0_1 = 715,1$  кДж;

2)  $\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{O}(\text{г})$ ;  $\Delta H^0_2 = 498,4$  кДж.

6. Для проведения ОВР, в которой используется бихромат калия как окислитель в кислой среде, приготовлен 2,40 Н раствор этого соединения. Сколько граммов бихромата калия необходимо взять для приготовления 600 мл такого раствора?

Оценка заданий:

| № задания    | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6   | $\Sigma$ |
|--------------|-----|---|---|---|---|-----|----------|
| Оценка, балл | 1,5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 10       |

### Контрольная работа №3

1. По справочным данным определить при 298,15K константу равновесия процесса  $2\text{NO}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$
2. Вычислить равновесную концентрацию  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$ , если исходная концентрация  $\text{NO}_2$  составляла 3 моль/л, а исходная концентрация  $\text{N}_2\text{O}_4$  была равна нулю.
3. В 2 л воды растворили 5,0 л (н.у.) бромоводорода и получили раствор с плотностью 1,01 г/мл. Вычислить рН этого раствора.
4. Найти концентрацию и рН раствора уксусной кислоты, имеющего степень диссоциации 12%.  $K_{\text{дисс.}} \text{CH}_3\text{COOH} = 2 \cdot 10^{-5}$ . Сколько мл 70 масс.% раствора уксусной кислоты (плотность 1,07 г/мл) необходимо для приготовления 2,0 л первоначального раствора?
5. По справочным данным определить при 298,15 константу диссоциации синильной кислоты в водном растворе.
6. Написать уравнения окисления кальция концентрированным раствором азотной кислоты, окисления алюминия разбавленным раствором азотной кислоты.

Оценка заданий:

| № задания    | 1   | 2   | 3 | 4 | 5   | 6   | Σ  |
|--------------|-----|-----|---|---|-----|-----|----|
| Оценка, балл | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 10 |

## Раздел 2. Неорганическая химия.

### Контрольная работа №1

1. Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:  
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{BCl}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3$ .
2. Написать уравнения реакций:  
 $\text{KO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$        $\text{CsH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{AlCl}_3 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$        $\text{Si} + \text{HF} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
3. Бороводороды (бораны): получение, строение молекул, химические свойства на примере диборана.
4. Сколько граммов  $\text{RbBr}$  следует добавить к 3 л 0,15 М раствора нитрата диамминсеребра(I), содержащего избыточный аммиак в количестве 1 моль/л, для начала выпадения бромида серебра? Константа устойчивости комплексного иона равна  $1,8 \cdot 10^7$ , а произведение растворимости бромида серебра –  $1 \cdot 10^{-14}$ .
5. Написать уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения алюминия, магния и соды.
6. Особенности химии лития.

Оценка заданий:

| № задания    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ  |
|--------------|---|---|---|---|---|---|----|
| Оценка, балл | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 12 |

### Контрольная работа №2

1. Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:  
 $\text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Se} \rightarrow \dots \rightarrow \text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{SeO}_2$ .

2. Написать уравнения реакций:



3. Сульфиды сурьмы, мышьяка и висмута: получение, взаимодействие с растворами сульфидов и щелочей.

4. Вычислить рН 4,00 мас.% раствора  $\text{NaHSO}_4$  (плотность 1,03 г/мл). Константа диссоциации серной кислоты по второй ступени равна 0,01.

5. Написать уравнения реакций, отражающих химизм процессов зарядки и разрядки свинцового аккумулятора.

6. Написать уравнения реакций взаимодействия олова и свинца с концентрированным раствором азотной кислоты, олова – с избытком разбавленного раствора  $\text{KOH}$  и при сплавлении с  $\text{KOH}$ .

Оценка заданий:

| № задания    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\Sigma$ |
|--------------|---|---|---|---|---|---|----------|
| Оценка, балл | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 12       |

Контрольная работа №3

1. Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:  
 $\text{Au} \rightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] \rightarrow \text{Au} \rightarrow \text{AuCl}_3 \rightarrow \text{K}[\text{Au}(\text{OH})_4]$ .

2. Написать уравнения реакций:



3. Получение хлористого хрома и бихромата калия из соединений хрома (III). Окислительные свойства бихромата калия.

4. Найти рН и степень гидролиза 0,1М раствора формиата калия, если константа диссоциации муравьиной кислоты равна  $2 \cdot 10^{-4}$ .

5. Написать уравнения реакций растворения золота в селеновой кислоте, серебра – в концентрированном и разбавленном растворах азотной кислоты.

6. Написать уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения марганца, перманганата калия и рения.

Оценка заданий:

| № задания    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\Sigma$ |
|--------------|---|---|---|---|---|---|----------|
| Оценка, балл | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 12       |

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен, 2 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

#### Раздел 1.

Билет для проведения экзамена в 1 семестре содержит 5 вопросов по разделу 1 рабочей программы, максимальная оценка за каждый вопрос – 8 баллов.

#### Примеры экзаменационных вопросов

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Вычисление длины волны де-Бройля для материального объекта. Как убедиться в появлении волновых свойств материальных объектов?

2. Свойства волновой функции. Понятие об уравнении Шредингера. Квантовые числа как характеристика состояния электрона в атоме.
3. Характеристика состояния электрона в атоме системой квантовых чисел.
4. Принцип Паули и правило Хунда. Сколько максимально электронов может находиться в N-слое, d-оболочке?
5. Электронный слой, электронная оболочка, электронная орбиталь. Максимальное число электронов в слое, оболочке и на орбитали.
6. Энергия электрона в многоэлектронном атоме. Энергетический ряд атомных орбиталей. Электронные формулы атомов Ni, Se и иона  $Fe^{3+}$ .
7. Современная формулировка периодического закона. Периодическое изменение свойств на примере энергии ионизации атома и радиуса иона.
8. Атомные и ионные радиусы, как их определяют? Основные закономерности изменения атомных радиусов по периодам и группам периодической системы.
9. Закономерности изменения ионных радиусов (катионы и анионы, d-сжатие, f-сжатие, изоэлектронные ионы).
10. Эффективные заряды атомов в молекулах. Дипольный момент связи, дипольный момент молекулы и ее строение на примерах молекул  $H_2O$  и  $CO_2$ .
11. Относительная сила кислородных кислот и оснований (схема Косселя) на примерах  $H_2CO_4$  и  $H_2MnO_4$ ;  $H_2SeO_4$  и  $H_2SeO_3$ ;  $TiOH$  и  $Tl(OH)_3$ .
12. Ионная и ковалентная связи, их свойства. Полярная ковалентная связь. Что такое эффективные заряды атомов?
13. Основные положения метода ВС при описании химической связи. Валентные возможности атомов азота, фосфора, фтора и хлора.
14. Донорно-акцепторный механизм образования связи на примере молекул  $CO$ ,  $HNO_3$ , и ионов  $BF_4^-$ ,  $NH_4^+$ .
15. Гибридные представления при описании химической связи. Изобразите схемы перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах  $CO_2$  и  $BCl_3$ .
16. Образование кратных связей. Сигма- и пи-связи, их особенности.
17. Процедура наложения валентных схем в методе ВС для описания дробной кратности связи на примерах молекул  $N_2O$ ,  $HN_3$ ,  $HNO_3$ .
18. Модель отталкивания локализованных электронных пар (метод Гиллеспи). Основные положения на примере молекул  $SO_2$  и  $SO_2Cl_2$ .
19. Распределите электроны частицы  $B_2$  по молекулярным орбиталиям. Определите кратность связи и магнитные свойства частицы.
20. На основе метода молекулярных орбиталей объясните парамагнитные свойства кислорода. Какова кратность связи в молекулярном ионе  $O_2^{+}$ ?
21. Ионная связь как предельный случай ковалентной связи. Поляризация ионов и ее влияние на свойства веществ.
22. Водородная связь: типы водородной связи, порядок величин энтальпий связи. Влияние водородной связи на физико-химические свойства веществ.
23. Типы межмолекулярного взаимодействия (силы Ван-дер-Ваальса).
24. Типичные окислители и восстановители. Приведите примеры.
25. Типы окислительно-восстановительных реакций, приведите примеры.
26. Критерий самопроизвольного протекания ОВР в растворах. Стандартные величины электродных потенциалов. Рассмотрите окисление перманганатом калия в кислой среде ионов  $Fe^{2+}$  и  $Co^{2+}$ .
27. Формулировка закона Гесса, условия его выполнения. Энтальпии образования и энтальпии сгорания.
28. Следствия из закона Гесса, при каких условиях выполняется этот закон?
29. Энергия Гиббса, энтальпия; их физический смысл. Связь между энергией Гиббса и энтальпией. Что такое энтропийный и энтальпийный факторы?
30. Энергия Гиббса как термодинамическая функция состояния. Определение и свойства. Вычисление энергии Гиббса процессов по справочным данным.
31. Критерий самопроизвольного течения реакций, энтальпийный и энтропийный факторы процесса.
32. Стандартные термодинамические характеристики. Понятие о стандартном состоянии индивидуальных жидких и кристаллических веществ, газов и растворов.
33. Химическое равновесие. Истинное (устойчивое) и кажущееся (кинетическое) равновесие; их признаки.
34. Константа химического равновесия. Связь величин  $K_p$  и  $K_c$  для газовых равновесий.
35. Принципы построения шкалы стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах. Как определить стандартную энтальпию образования хлорида калия в водном растворе?
36. Константа химического равновесия. Связь величин  $K_p$  и  $K_c$  для газовых равновесий.

37. Идеальные и реальные растворы. Активность, коэффициент активности как мера отклонения свойств компонента реального раствора от его свойств в идеальном растворе.
38. Равновесие диссоциации ассоциированных (слабых) электролитов. Закон разбавления Оствальда.
39. Буферные растворы и их свойства на примере смеси растворов муравьиной кислоты и формиата калия.
40. Равновесие диссоциации воды. Ионное произведение воды. Шкала величин pH и pOH. Вычисление pH растворов неассоциированных кислот и оснований.
41. Произведение растворимости как константа равновесия растворения и диссоциации малорастворимого соединения. Связь ПР с растворимостью.
42. Общее выражение для энергии Гиббса химического процесса применительно к выводу условия выпадения осадка малорастворимого соединения.
43. Условия выпадения осадка и растворения малорастворимых электролитов.
44. Основные понятия химии комплексных соединений.
45. Классификация комплексных соединений по виду координируемых лигандов. Номенклатура комплексных соединений.
46. Равновесие диссоциации комплексных соединений. Константа устойчивости и константа нестойкости.
47. Химическая связь в комплексных ионах с позиций метода валентных связей и теории кристаллического поля. Основные положения теории кристаллического поля
48. Расчет pH растворов солей, гидролизованных по катиону.
49. Гидролиз по аниону. Вычисление константы гидролиза по аниону, ее связь с концентрацией соли и pH раствора.
50. Взаимное усиление гидролиза (совместный гидролиз). Полный (необратимый) гидролиз.
51. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Молекулярность и порядок реакции.
52. Зависимость скорости химической реакции от температуры, энергия (энтальпия) активации. Гомогенный и гетерогенный катализ, примеры.

## Раздел 2.

Билет для проведения экзамена во 2 семестре содержит 6 вопросов по разделу 2 рабочей программы дисциплины, максимальная оценка за вопросы 1-4 – 6 баллов, максимальная оценка за вопросы 5 и 6 – 8 баллов.

### Примеры экзаменационных вопросов

1. Общая характеристика и химические свойства щелочных металлов.
2. Особенности соединений лития по сравнению с соединениями других щелочных металлов.
3. Гидриды, оксиды, пероксиды, гидроксиды щелочных металлов: химическая связь в соединениях, получение и свойства.
4. Получение натрия, гидроксида натрия и карбоната натрия в промышленности.
5. Взаимодействие с растворами щелочей: а) амфотерных металлов; б) неметаллов; в) кислотных оксидов; г) амфотерных оксидов.
6. Особенности соединений бериллия по сравнению с соединениями щелочно-земельных металлов.
7. Общая характеристика солей бериллия, магнезия и щелочно-земельных металлов, их растворимость и гидролиз.
8. Получение оксида, гидроксида кальция и хлорной извести в промышленности.
9. Общая характеристика и химические свойства бора, его получение.
10. Борный ангидрид, борные кислоты и их соли: получение, строение и свойства.
11. Бороводороды: получение, строение молекул и свойства. Борогидриды металлов.
12. Общая характеристика и химические свойства алюминия, индия, галлия и таллия.
13. Получение алюминия, его оксида и гидроксида в промышленности.
14. Оксид, гидроксид и соли алюминия: их получение и свойства.
15. Общая характеристика и химические свойства углерода.
16. Оксиды углерода (II, IV): получение в промышленности и в лаборатории, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Карбонилы металлов.
17. Общая характеристика и химические свойства кремния.
18. Получение кремния, силиката натрия и стекла в промышленности.
19. Кварц, кремниевые кислоты, силикаты, гексафторокремниевая кислота: получение и свойства.
20. Общая характеристика и химические свойства германия, олова и свинца.
21. Оксиды и гидроксиды олова и свинца: их взаимодействие с кислотами и щелочами, окислительно-восстановительные свойства.
22. Сульфиды олова и свинца: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Отношение к действию  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$ .

23. Общая характеристика и химические свойства азота.
24. Оксиды азота: получение, строение молекул, окислительно-восстановительные свойства.
25. Аммиак и гидразин: получение, химическая связь и строение молекул, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства.
26. Реакции термического разложения солей аммония: нитриты, нитрата, бихромата, сульфата, хлорида.
27. Гидроксиламин, азотистоводородная кислота и ее соли: химическая связь и строение молекул, получение и свойства.
28. Взаимодействие металлов с азотной кислотой.
29. Царская водка и её окислительные свойства на примере реакций с золотом, платиной, сульфидом ртути.
30. Реакции термического разложения нитратов различных металлов.
31. Общая характеристика и химические свойства фосфора его получение в промышленности.
32. Оксиды фосфора: получение, строение молекул и свойства.
33. Фосфорноватистая и фосфористая кислоты: получение, строение молекул, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Фосфиты и гипофосфиты.
34. Кислоты фосфора (+5) и качественные реакции на них. Получение фосфорной кислоты в промышленности.
35. Общая характеристика и химические свойства мышьяка, сурьмы и висмута.
36. Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута: их отношение к кислотам и к раствору сульфида аммония. Тиокислоты и их соли.
37. Галогениды мышьяка, сурьмы и висмута: их получение и гидролиз. Тиокислоты и тиосоли.
38. Получение кислорода и пероксида водорода в промышленности и в лаборатории.
39. Реакции пероксида водорода в роли окислителя и восстановителя.
40. Общая характеристика и химические свойства серы, селена и теллура.
41. Получение и свойства сероводорода. Растворимость и гидролиз сульфидов. Отношение сульфидов к кислотам.
42. Кислородсодержащие кислоты серы, селена и теллура: получение, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства.
43. Взаимодействие металлов с серной кислотой.
44. Получение серной кислоты и сероводорода в промышленности.
45. Взаимодействие неметаллов с концентрированными серной и азотной кислотами.
46. Получение водорода в промышленности.
47. Общая характеристика и химические свойства галогенов.
48. Получение хлора, брома и хлората калия в промышленности.
49. Водородные соединения галогенов: получение и свойства.
50. Ассоциация молекул фтороводорода. Дифторид калия.
51. Окислительное действие хлора и брома в щелочной среде.
52. Оксиды хлора и иода: получение и свойства.
53. Сопоставление кислотнo-основных и окислительно-восстановительных свойств кислородсодержащих кислот галогенов.
54. Получение и гидролиз галогенангидридов.
55. Фториды ксенона: получение, строение молекул и химические свойства.
56. Общая характеристика и химические свойства меди, серебра, золота.
57. Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы цинка.
58. Соли цинка, кадмия и ртути, их гидролиз. Амидные соединения ртути. Соединения  $Hg_2(II)$  получение и свойства.
59. Общая характеристика и химические свойства хрома, молибдена и вольфрама.
60. Соединения хрома (II и III): получение и свойства.
61. Реакции хромата (дихромата) калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
62. Хромовый ангидрид, хроматы и дихроматы: получение и химические свойства. Хромовая смесь.
63. Общая характеристика и химические свойства марганца, технеция и рения.
64. Соединения марганца (II): получение и свойства. Диоксид марганца, манганаты и перманганаты. Марганцовая кислота и ее ангидрид.
65. Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
66. Общая характеристика и химические свойства железа, кобальта и никеля.
67. Получение и свойства гидроксидов и солей железа (II и III). Качественные реакции на ионы железа.
68. Получение железа, никеля, хрома и марганца в промышленности.
69. Пирометаллургические способы получения металлов (свинец, медь, цинк) из сульфидных руд.
70. Окислительное действие нитрата калия и хлората калия при нагревании (сплавлении).
71. Образование аммиакатов и гидроксокомплексов металлов и их разрушение кислотами и при нагревании.
72. Реакции термического разложения некоторых кислых солей ( $NaHCO_3$ ,  $NaH_2PO_4$ ,  $Na_2HPO_4$ ,  $NaHSO_4$ ).

73. Гидролиз солей (по катиону, по аниону, одновременный гидролиз двух солей).

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамены по дисциплине «Общая и неорганическая химия» проводятся в 1 и 2 семестрах и включают контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины соответственно.

Билет для проведения экзамена в 1 семестре содержит 5 вопросов по разделу 1 учебной программы, максимальная оценка за каждый вопрос – 8 баллов. Таким образом ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов.

#### Пример билета для экзамена 1 семестра

|  |  |
|--|--|
| <p><i>«Утверждаю»</i><br/><i>Зав.кафедрой общей и неорганической химии</i></p> <p>_____</p> <p>Н.В. Свириденкова<br/>«   » _____ 2021г.</p>  | <p>Министерство науки и высшего образования РФ<br/><b>Российский химико-технологический университет</b><br/><b>имени Д.И. Менделеева</b><br/>Кафедра общей и неорганической химии<br/>19.03.01 Биотехнология<br/>Дисциплина «Общая и неорганическая химия»</p> |
| <b>Билет №</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Объясните парамагнитные свойства кислорода и найдите кратность связи в <math>O_2</math> и <math>O_2^+</math>.</li><li>2. Константа химического равновесия. Соотношение величин <math>K_p</math> и <math>K_c</math> для газовых равновесий. Связь <math>\Delta G^\circ_{\text{хим.реакции}}</math> и константы равновесия.</li><li>3. Для растворения 1,0 г металла необходимо 49 г 5 масс.% раствора серной кислоты. Найдите молярную массу эквивалента металла и его оксида. Какой это металл?</li><li>4. К 200 см<sup>3</sup> раствора, содержащего 10 масс.% <math>HNO_3</math> и имеющего плотность 1,054 г/см<sup>3</sup> прибавили 100 см<sup>3</sup> воды. Вычислите моляльность полученного раствора.</li><li>5. Напишите уравнения реакций:<br/>а) <math>K_2S + KMnO_4 + H_2O \rightarrow</math>                      в) <math>Al_2(SO_4)_3 + Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow</math><br/>б) <math>Zn + HNO_3 \text{ разб.} \rightarrow</math>                              г) <math>ZnSO_4 + NH_3 \text{ (избыток)} \rightarrow</math></li></ol> |  |

Билет для проведения экзамена во 2 семестре содержит 6 вопросов по разделу 2 рабочей программы дисциплины, максимальная оценка за вопросы 1-4 – 6 баллов, максимальная оценка за вопросы 5 и 6 – 8 баллов. Таким образом ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов.

### Пример билета для экзамена 2 семестра

|   |   |   |  |   |  |
|---|---|---|--|---|--|
| <p><i>«Утверждаю»<br/>Зав.кафедрой общей и<br/>неорганической химии</i></p> <p>_____</p> <p>Н.В. Свириденкова<br/>«    » _____ 2021г.</p>   | <p>Министерство науки и высшего образования РФ<br/><b>Российский химико-технологический<br/>университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b><br/>Кафедра общей и неорганической химии<br/>19.03.01 Биотехнология<br/>Дисциплина «Общая и неорганическая химия»</p> |   |  |   |  |
| <p><b>Билет №</b></p>   |   |   |  |   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая характеристика и химические свойства щелочных металлов.</li> <li>2. Получение, строение молекул и свойства оксидов фосфора. Качественные реакции на фосфорные кислоты.</li> <li>3. Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.</li> <li>4. Найдите рН 0,01М раствора <math>\text{NH}_4\text{NO}_3</math>. Константа диссоциации <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> равна <math>1,8 \cdot 10^{-5}</math>.</li> <li>5. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:<br/><math>\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \dots \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4</math>.</li> <li>6. Напишите уравнения реакций:             <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">а) <math>\text{Cl}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow</math></td> <td style="width: 50%;">в) <math>\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow</math></td> </tr> <tr> <td>б) <math>\text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{Au} \rightarrow</math></td> <td>г) <math>\text{NiCl}_2 + \text{KCN}(\text{изб.}) \rightarrow</math></td> </tr> </table> </li> </ol> |   | а) $\text{Cl}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ | в) $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ | б) $\text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{Au} \rightarrow$ | г) $\text{NiCl}_2 + \text{KCN}(\text{изб.}) \rightarrow$ |
| а) $\text{Cl}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   | в) $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  |   |  |   |  |
| б) $\text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{Au} \rightarrow$   | г) $\text{NiCl}_2 + \text{KCN}(\text{изб.}) \rightarrow$  |   |  |   |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература.

- А) Основная литература:
1. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. Учебник для вузов. М.: Химия, 2000. 592с.
  2. Практикум по неорганической химии / Под ред. А.Ф. Воробьева и С.И. Дракина. М.: ТИД «Альянс», 2004. 249 с.
  3. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 1. РХТУ им.Д.И.Менделеева. 2015. 186 с.
  4. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 2. РХТУ им.Д.И.Менделеева. 2015. 150 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Соловьев С.Н. Начала химии. Элементы строения вещества (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 108 с.
2. Соловьев С.Н. Начала химии. Теоретические основы химии (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 148 с.
3. Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений. Часть 1. Конспект лекций, задачи и упражнения. 2011. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 149 с.
4. Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений. Часть 2. Конспект лекций, задачи и упражнения. 2011. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 149 с.
5. Задания для программированного контроля по неорганической химии / Под ред. А.Ф. Воробьева; М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1987.-48 с.
6. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия s-элементов. РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2014. 131 с.
7. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия p-элементов. Группы бора и углерода. РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2015. 295 с.
8. Ляшенко С.Е. Неорганическая химия группы кислорода, водорода и фтора, гелия, хрома, марганца, меди, цинка и триада железа: учебное пособие / С. Е. Ляшенко. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 75 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Полнотекстовые информационные ресурсы:

**Издательство ELSEVIER** на платформе Science Direct.

Доступ к коллекциям «CHEMISTRY» и «CHEMICAL ENGINEERING» (152 журнала) с 2002 г. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

**Издательство American Chemical Society (ACS)**

Издает самые цитируемые химические журналы, по данным **ISI Journal Scitation Reports**. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

**Издательство Taylor & Francis**

Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе более 300 по техническим и естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания **Nature Publishing Group (NPG)** Доступ к журналам:

- «Nature» - с 1997 г. — наиболее прославленное научное издание широкого профиля, обладающее к тому же самым высоким индексом цитирования;

- «Nature Materials» - с 2002 г.
- «Nature Nanotechnology» - с 2006 г.
- "Nature Chemistry" - с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

#### **American Institute of Physics (AIP)**

Тематические рубрики изданий включают основные разделы физики и смежных областей знаний - оптику, акустику, ядерную и математическую физику, физику жидкости и газа, техническую механику, вычислительную технику и т.д.

На сайте размещены журналы нескольких издательств (поиск можно проводить по всем ресурсам), однако для полнотекстового доступа открыты только журналы Американского института физики.

Открыты все архивы. Глубина архива варьируется от издания к изданию.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес для работы: <http://scitation.aip.org>.

#### **Издательство Wiley-Blackwell**

Предоставляет доступ к более чем 1300 журналам.

Ресурс охватывает широкий спектр тематических направлений по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, керамике, полимерам, взрывчатым веществам, экономике и бизнесу, медицине, гуманитарным и социальным наукам.

Глубина архива (в основном) с 1996 года. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www3.interscience.wiley.com>.

#### **Издательство SPRINGER**

Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

#### **Журнал SCIENCE**

Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их.

Охват — с 1997 г. по настоящее время.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес для работы: <http://www.science.com>

#### **The Royal Society of Chemistry**

Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес: <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

**Российская научная электронная библиотека** (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видеолекции проф. Соловьёва С.Н., проф. Кузнецова В.В.;
- компьютерные презентации лекций;
- электронный лабораторный журнал;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для самоконтроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- YouTube-канал кафедры общей и неорганической химии – Режим доступа: <https://www.youtube.com/channel/UCBCWlQ4yXL5PFScSIHS-fQg> (дата обращения: 15.04.2021).

Средства обеспечения освоения дисциплины доступны на учебном портале moodle.muctr.ru

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Общая и неорганическая химия» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации и учебной мебелью.

Оборудованная лаборатория: аквадистилляторы ДЭ-10 ЭМО; аквадистиллятор АЭ-25 ООО «Ливам ПФ», рН-метры с автоматической и ручной компенсацией температуры ИПЛ 301, рН-метр-милливольтметр рН-420; стандарт-титр рН метрия общая ООО «ХИМТИТРЫ», лабораторные электронные весы: весы Citizen Scale CY-223, весы Citizen Scale CY-124С, весы электронные аналитические MB-210А, весы аналитические AND HR-100AG, весы OHAUS V11P15, весы Citizen Scale CY-1202, весы лабораторные ВЛТЭ-510С, весы порционные AND НТ-500 (500г, 0,1г, внешняя калибровка), весы Citizen Scale CY-224; колбонагреватель КН-500 Stegler, мешалка магнитная STEGLER HS с подогревом, спектрофотометр однолучевого СФ-104 с разделением светового потока сканирующий, спектрофотометр однолучевой СФ-102 с разделением светового потока ионометр И-510, шкафы сушильные ШС-40-ПЗ; шкаф сушильный (тип 2) ШС-40-02 СПУ мод. 2204, шкаф сушильный (тип 1) ШС-20-02 СПУ мод. 2202, шкаф сушильный (тип 3) ШС-80-02 СПУ мод. 2208 жидкостной циркуляционный термостат ВТ10-1 (+20...+100 °С), термостат жидкостной LOIP LT 124а; ВТ3-1 (+20...+100 °С); ВТ5-1 (+20...+100 °С) жидкостной циркуляционный термостат, 5 л.; электрическая плита IRIT IR-8004 IRIT; столик подъемный лабораторный металлический (тип 1) НВ-150 Stegler, сушилка для пробирок (тип 1) 0362А (полипропилен) Stegler, сушилка для пробирок (тип 2) 0362В (полипропилен) Stegler.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, комплект наглядных материалов.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.mustr.ru.

#### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|--|---------------------------------------|--|---|
| 1.    | Microsoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | нет ограничений  | бессрочно   |
| 2.    | Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | нет ограничений  | бессрочно   |
| 3.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодно е продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 4.    | Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word<br>Excel<br>PowerPoint<br>Microsoft Teams | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 26280 лицензий для студентов ВУЗа.<br>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 5.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах                   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 6.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред                                  | 12 месяцев (ежегодное продление  |

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий                 | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
|       | виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License   |                                       |                                     | е подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)                               |
| 7.    | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов       | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки                      |
|-----------------------------|---|---|
| Раздел 1.<br>Принципы химии | <i>Знает:</i><br>– электронное строение атомов и молекул;<br>– основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии; | Оценка за индивидуальное домашнее задание (1 семестр) |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>– основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;</p> <p>– методы описания химических равновесий в растворах электролитов,</p> <p>– строение и свойства координационных соединений;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;</p> <p>– использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;</p> <p>– прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;</p> <p>– основными навыками работы в химической лаборатории;</p> <p>– экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.</p> | <p>Оценка за лабораторные работы (1 семестр)</p> <p>Оценка за три контрольные работы (1 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (1 семестр)</p> |
| <p>Раздел 2.<br/>Неорганическая химия</p> | <p><i>Знает:</i></p> <p>– электронное строение атомов и молекул;</p> <p>– основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии;</p> <p>– основные закономерности протекания химических процессов и</p>   | <p>Оценка за индивидуальное домашнее задание (2 семестр)</p> <p>Оценка за лабораторные работы</p>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>характеристики равновесного состояния;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы описания химических равновесий в растворах электролитов,</li> <li>– строение и свойства координационных соединений;</li> <li>– получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;</li> <li>– использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;</li> <li>– выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;</li> <li>– основными навыками работы в химической лаборатории; <ul style="list-style-type: none"> <li>– экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.</li> </ul> </li> </ul> | <p>(2 семестр)</p> <p>Оценка за три контрольные работы</p> <p>(2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен</p> <p>(2 семестр)</p> |
|--|--|---|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»

---

**УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г..

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Органическая химия»**

**Направление подготовки бакалавров 19.03.01– «Биотехнология»  
Профиль «Биотехнология»**

**Квалификация: бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021 г.**

Программа составлена:

заведующим кафедрой органической химии д.х.н., профессор РАН  
А.Е. Щекотихиным, к.х.н., доцентом И.О. Акчуриным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры органической химии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «» \_\_\_ 2021 г., протокол № \_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |  |
|---|--|
| 1. Цели и задачи дисциплины .....   | 75                                     |
| 2. Требования к результатам освоения дисциплины .....   | 75                                     |
| 3. Объем учебной дисциплины.....  | 76                                     |
| 4. Содержание дисциплины.....   | 77                                     |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....  | 77                                     |
| 4.2. Содержание разделов дисциплины .....   | 78                                     |
| 5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины.....   | 80                                     |
| 6. Практические и лабораторные занятия.....   | 81                                     |
| 6.1. Практические занятия .....   | 82                                     |
| 6.2. Лабораторные занятия .....   | 82                                     |
| 7. Самостоятельная работа .....   | 82                                     |
| 8. Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины .....   | 83                                     |
| 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.....   | 83                                     |
| 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины .....                                     | 83                                     |
| 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины(Зачет с оценкой).....   | 86                                     |
| 8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины .....                                  | 86                                     |
| 8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой.....  | 88                                     |
| 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....   | 90                                     |
| 9.1. Рекомендуемая литература .....   | 90                                     |
| 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.....   | 90                                     |
| 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.....  | 91                                     |
| 10. Методические указания для обучающихся.....  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 11. Методические указания для преподавателей.....   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе                                       | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....  | 109                                    |
| 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе .....  | 109                                    |
| 13.2. Учебно-наглядные пособия .....  | 109                                    |
| 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, программные и аудиовизуальные средства.....                | 109                                    |
| 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы .....   | 109                                    |
| 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения .....   | 110                                    |
| 14. Требования к оценке качества освоения программы.....  | 112                                    |
| 15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья..... | 114                                    |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 19.03.01 «Биотехнология» профиль «Биотехнология», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой органической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Органическая химия» относится к базовой части блока 1 дисциплин учебного плана (Б1.Б.09). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математических и естественнонаучных дисциплин (курсов высшей математики, общей и неорганической химии, органической химии в средней школе).

**Целью дисциплины** является приобретение студентами знаний о строении органических соединений, основных химических свойствах различных классов органических соединений и методах их получения, как промышленных, так и лабораторных.

**Основные задачи дисциплины:** формирование представлений о теоретических основах современной органической химии, о физических и химических свойствах, методах получения различных классов органических соединений; приобретение навыков применения теоретических законов к решению практических задач химической технологии органических веществ; ознакомления студентов с основными теоретическими представлениями органической химии; ознакомления с химическими свойствами основных классов органических соединений, включая гетероциклические, элементоорганические и биоорганические соединения; обучения основным методам планирования синтеза органических соединений на основе полученных знаний об основных химических свойствах классов органических соединений.

Дисциплина «Органическая химия» преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение курса «Органическая химия.» при подготовке бакалавров по направлению 19.03.01 «Биотехнология» профиль «Биотехнология» способствует приобретению следующих общекультурных (ОК) и общепрофессиональных компетенций (ОПК):

– способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)

– способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

– способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

***Знать:***

– теоретические основы строения и свойств различных классов органических соединений;

– способы получения и химические свойства основных классов органических соединений;

– основные механизмы протекания органических реакций;

***Уметь:***

– применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов;

– анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений;

– составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения;

***Владеть:***

– основами номенклатуры и классификации органических соединений;

– основными теоретическими представлениями в органической химии;

– навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ.

### 3. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Вид учебной работы                             | Всего       |              | Семестр      |            |
|--|-------------|--------------|--------------|------------|
|  | ЗЕ          | Акад<br>. ч. | 2 семестр    |            |
| ЗЕ   |             |              | Акад<br>. ч. |            |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>3</b>    | <b>108</b>   | <b>3</b>     | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1.32</b> | 48           | <b>1.32</b>  | 48         |
| Лекции   | 0.44        | 16           | 0.44         | 16         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0.88        | 32           | 0.88         | 32         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -           | -            | -            | -          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1.68</b> | <b>60</b>    | <b>1.68</b>  | <b>60</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 1.68        | 0.2          | 1.68         | 0.2        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 59.8         |              | 59.8       |
| <b>Вид контроля:</b>                           |             |              |              |            |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | +           |              |              |            |

|                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| <b>Вид итогового контроля:</b> | <b>Зачет с оценкой</b> |
|--------------------------------|------------------------|

| Вид учебной работы                             | Всего                  |             | Семестр<br>2 семестр |             |
|--|------------------------|-------------|----------------------|-------------|
|  | ЗЕ                     | Астр.<br>ч. | ЗЕ                   | Астр.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>3</b>               | <b>81</b>   | <b>3</b>             | <b>81</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1.32</b>            | 36          | <b>1.32</b>          | 36          |
| Лекции   | 0.44                   | 12          | 0.44                 | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0.88                   | 24          | 0.88                 | 24          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -                      | -           | -                    | -           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1.68</b>            | <b>45</b>   | <b>1.68</b>          | <b>45</b>   |
| Контактная самостоятельная работа              | 1.68                   | 0.15        | 1.68                 | 0.15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 44.85       |                      | 44.85       |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |             |                      |             |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | +                      |             |                      |             |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |             |                      |             |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

| № п/п | Раздел дисциплины  | Всего | Лекции | Прак. зан. | Лаб. работы | Сам. работа |
|-------|--|-------|--------|------------|-------------|-------------|
|       | Введение   | 2     | 1      |            |             | 1           |
| 1     | Модуль 1. «Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ)» | 42    | 5      | 14         |             | 23          |
| 1.1   | Теория химического строения  | 15    | 1      | 6          |             | 7           |
| 1.2   | Алканы   | 10    | 2      | 3          |             | 5           |
| 1.3   | Стереоизомерия   | 9     | 1      | 3          |             | 5           |
| 1.4   | Циклоалканы  | 9     | 1      | 2          |             | 6           |
| 2     | Модуль 2. «Ненасыщенные УВ»  | 39    | 7      | 12         |             | 20          |
| 2.1   | Алкены   | 15    | 3      | 6          |             | 6           |
| 2.2   | Алкины   | 10    | 2      | 2          |             | 6           |
| 2.3   | Алкадиены и полиены  | 14    | 2      | 4          |             | 8           |
| 3     | Модуль 3. «Ароматические соединения»                                   | 25    | 3      | 6          |             | 16          |
| 3.1   | Теории ароматичности.  | 8     | 1      | 1          |             | 6           |
| 3.2   | Соединения бензольного ряда  | 17    | 2      | 5          |             | 10          |

|             |     |    |    |    |
|-------------|-----|----|----|----|
| Всего часов | 108 | 16 | 32 | 60 |
|-------------|-----|----|----|----|

#### 4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

##### **Введение.**

Предмет органической химии. Теория химического строения. Классификация органических соединений. Функциональные группы. Основные классы и ряды. Структурные изомеры. Правила номенклатуры.

##### **Модуль 1. Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ).**

###### 1.1. Природа химической связи

Природа ковалентной связи. Формулы Льюиса. Формальный заряд. Теория гибридизации АО. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО) и форма молекул. Атомно-орбитальные модели. Полярность ковалентной связи. Индуктивный эффект заместителей. Делокализованная ковалентная связь, условия делокализации. Сопряжение. Резонансные структуры. Сверхсопряжение. Понятие о механизме химической реакции. Промежуточные соединения и частицы органических реакций: донорно-акцепторные комплексы, ионные пары, карбокатионы, карбанионы, ион-радикалы.

###### 1.2 Алканы

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Конформации, способы изображения, сравнительная устойчивость. Физические свойства. Общая характеристика реакционной способности. Реакции алканов. Галогенирование метана. Механизм реакции. Теплоты отдельных стадий и суммарный тепловой эффект. Кинетика галогенирования метана. Энергетическая диаграмма. Энергия активации. Переходное состояние. Активированный комплекс, (скоростьлимитирующая стадия). Метильный радикал, строение. Постулат Хэммонда. Реакции галогенирования гомологов метана: ориентация, реакционная способность, региоселективность. Ряд устойчивости алкильных радикалов. Другие радикальные (цепные и нецепные) реакции алканов.

###### 1.3 Стереоизомерия

Типы стереоизомеров: конформеры, геометрические изомеры, энантиомеры. Оптическая изомерия. Хиральность. Хиральная молекула. Асимметрический центр. Оптическая активность. Энантиомеры, антиподы. Рацемическая смесь. Способы пространственного изображения оптических изомеров. Относительная и абсолютная конфигурации. Проекция Фишера. D,L-Номенклатура. R,S-Номенклатура. Понятие об оптической активности соединений с двумя асимметрическими центрами. Диастереомеры, мезо-, *эритро*- и *трео*-формы.

###### 1.4 Циклоалканы

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Конформации. Типы напряжений

в циклах (угловое, торсионное, трансаннулярное). Относительная устойчивость циклоалканов. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Конформации циклогексана. Экваториальные и аксиальные связи. Пространственная изомерия замещенных циклогексанов. Реакции циклоалканов. Особенности реакций малых циклов. Важнейшие представители: циклопропан, циклопентан, циклогексан, декалины, стероиды, адамантан.

## **Модуль 2. Ненасыщенные углеводороды.**

### **2.1. Алкены**

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное строение и пространственная изомерия алкенов. Электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции алкенов. Реакции электрофильного присоединения алкенов: присоединение галогеноводородов, воды, галогенов. Гидроборирование алкенов, механизм реакции превращения алкилборанов в алканы, спирты, кетоны. Региоселективность реакций электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его теоретическое объяснение.

Свободнорадикальное присоединение бромоводорода (перекисный эффект Караша). Реакции радикального замещения алкенов, протекающие с сохранением двойной связи: аллильное галогенирование. Окисление и озонлиз алкенов, получение эпокисоединений, виц-диолюв, альдегидов, кислот. Окисление алкенов в присутствии солей палладия.

Гидроформилирование алкенов, получение спиртов и альдегидов. Гомогенное и гетерогенное гидрирование. Реакции алкенов с карбенами и их аналогами. Получение и строение карбенов.

### **2.2 Алкины**

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Реакции алкинов. С<sub>N</sub>-Кислотность. Ацетилениды, строение и свойства. Реакции электрофильного присоединения, их механизмы и стереохимия. Реакции нуклеофильного присоединения. Окисление, восстановление, гидрирование алкинов. Олигомеризация. Важнейшие представители: ацетилен.

### **2.3. Алкадиены и полиены**

Понятие о перциклических реакциях. Гомологический ряд. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Аллены. Понятие о строении и свойствах. Алкадиены с сопряженными двойными связями. Пространственное и электронное строение 1,3-бутадиена. Характеристика связей. Сопряжение. Оценки энергии сопряжения. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции 1,3-алкадиенов. Особенности реакций присоединения: 1,2- и 1,4- (сопряженное) присоединение. Механизмы реакций. Кинетический и

термодинамический контроль. Реакционная способность. Способы получения, применение в промышленном синтезе.

Понятие о перциклических реакциях. Циклизация непредельных соединений. Электроциклические реакции. Циклоприсоединение: циклодимеризация алкенов, реакции Дильса-Альдера. Стереоспецифичность реакций. Особенности реакций Дильса-Альдера.

### **Модуль 3. Ароматические соединения.**

#### **3.1 Теории ароматичности.**

Особенности физических и химических свойств бензола. Современные представления о строении бензола. Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения. Общие критерии ароматичности.

#### **3.2 Соединения бензольного ряда**

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Общая характеристика реакционной способности.

Реакции электрофильного замещения. Реакции бензола: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Условия реакций. Стадии образования и строение электрофильных агентов. Механизм  $S_E2$ -аром.  $\pi$ -Комплексы. Строение  $\sigma$ -комплексов. Энергетическая диаграмма реакции. Скоростьлимитирующая стадия. Кинетический изотопный эффект. Кинетический и термодинамический контроль.

Влияние заместителей в бензольном кольце на направление и скорость реакций электрофильного замещения: *орто-пара*-ориентанты активирующие и дезактивирующие, *мета*-ориентанты дезактивирующие. Влияние на устойчивость  $\sigma$ -комплексов. Орбитальный и зарядовый контроль. Другие факторы, влияющие на соотношение изомеров. Согласованная и несогласованная ориентация двух и более заместителей.

Алкилбензолы. Способы получения алкилбензолов. Особенности реакций алкилирования по Фриделю-Крафтсу. Свойства алкилбензолов. Важнейшие представители: бензол, толуол, ксилолы, кумол, стирол.

## **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| № | Компетенции   | Модуль<br>1 | Модуль<br>2 | Модуль<br>3 |
|---|---|-------------|-------------|-------------|
|   | <b>Знать:</b>   |             |             |             |
| 1 | теоретические основы строения и свойств различных классов органических соединений | +           | +           | +           |
| 2 | способы получения и химические свойства основных классов органических соединений  | +           | +           | +           |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 3  | основные механизмы протекания органических реакций   | + | + | + |
|    | <b>Уметь:</b>  |   |   |   |
| 4  | применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов   | + | + | + |
| 5  | анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений   | + | + | + |
| 6  | составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения   |   | + | + |
|    | <b>Владеть:</b>  |   |   |   |
| 7  | основами номенклатуры и классификации органических соединений  | + | + | + |
| 8  | основными теоретическими представлениями в органической химии  | + | + | + |
| 9  | навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ  |   | + | + |
|    | <i>Общекультурные компетенции</i>  |   |   |   |
| 10 | способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)  | + | + | + |
|    | <i>Общепрофессиональные компетенции</i>  |   |   |   |
| 11 | Способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2) | + | + | + |
| 12 | способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3)  | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

## 6.1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 32 акад. ч.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1.1                  | Номенклатура органических соединений.                               | 2    |
| 2     | 1.1                  | Номенклатура органических соединений.<br>Природа ковалентной связи. | 2    |
| 3     | 1.1                  | Резонанс. Эффекты в органической химии.                             | 2    |
| 4     | 1.2                  | Алканы, контрольная работа № 1                                      | 2    |
| 5     | 1.3                  | Стереоизомерия.   | 2    |
| 6     | 1.4                  | Циклоалканы   | 2    |
| 7     |                      | Контрольная работ № 2   | 2    |
| 8     | 2.1                  | Алкены.   | 2    |
| 9     | 2.1                  | Алкены  | 2    |
| 10    | 2.2                  | Алкины.   | 2    |
| 11    | 2.3                  | Алкадиены.  | 2    |
| 12    | 2.3                  | Перициклические реакции   | 2    |
| 13    |                      | Контрольная работа № 3  | 2    |
| 14    | 3.1                  | Ароматичность. Бензол   | 2    |
| 15    | 3.2; 3.3             | Арены   | 2    |
| 16    |                      | Контрольная работа № 4  | 2    |

## 6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Программой дисциплины «Органическая химия» лабораторные занятия не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Программой дисциплины «Органическая химия» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 60 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТИВНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.

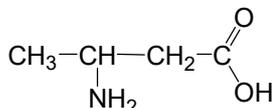
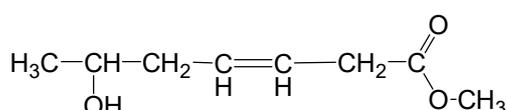
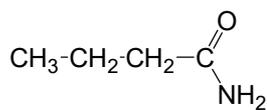
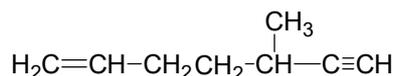
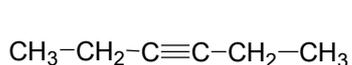
Программой дисциплины «Органическая химия» реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

### 8.2. ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольную работу 1 составляет 4 балла, за контрольную работу 2 – 16 баллов, за контрольные работы 3 и 4 составляет по 20 баллов за каждую работу.

#### Модуль 1.1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 4 балла.

1) Следующие соединения отнесите к рядам, классам и назовите по номенклатуре *IUPAC*:



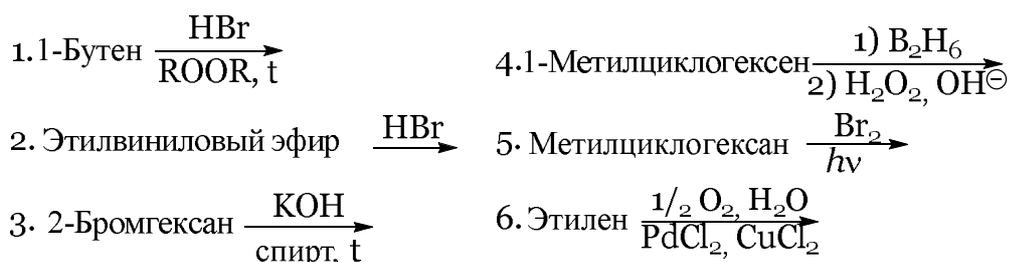
2) Приведите формулы следующих соединений: анилин; толуол; стирол; муравьиный альдегид; 2-этоксипутановая кислота.

Оценка заданий:

|              |   |   |   |
|--------------|---|---|---|
| № задания    | 1 | 2 | Σ |
| Оценка, балл | 2 | 2 | 4 |

**Модуль 1.2-1.4, 2.1. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 16 баллов.**

1. Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения (3б).

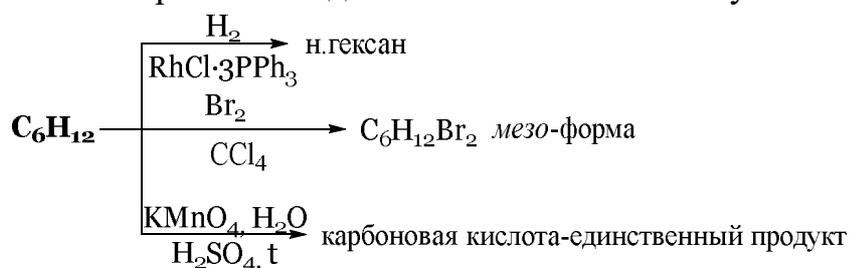


2. Приведите механизмы реакций №1 и №2 (2б). Укажите стереохимический результат реакции №2. Приведите клиновидные формулы стереоизомеров и назовите их по R,S-номенклатуре (1,0б). Для продукта реакции №5 приведите конфигурацию и наиболее устойчивую конформацию (1,0б).

3. Осуществите превращения, используя только неорганические реагенты (4б).



4. Установите строение соединения и напишите все указанные реакции (3б).



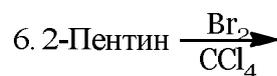
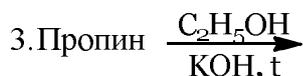
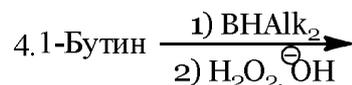
Оценка заданий:

|              |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|----|
| № задания    | 1 | 2 | 3 | Σ  |
| Оценка, балл | 9 | 4 | 3 | 16 |

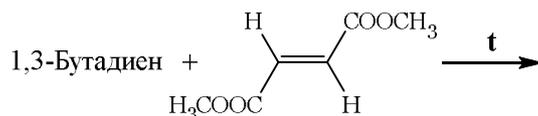
**Модуль 2.2-2.3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов.**

### Вариант 1

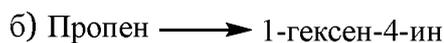
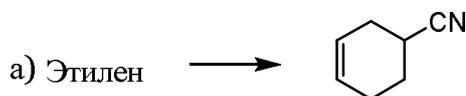
1. Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения (3б). Приведите механизмы реакций №5 и №6 (3б).



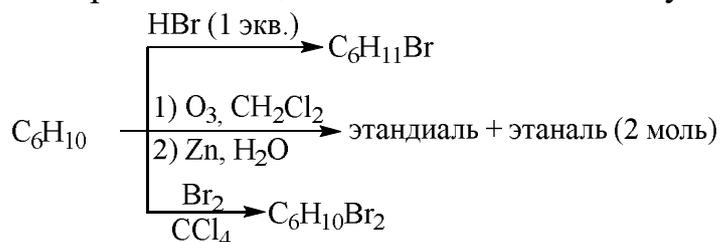
2. Напишите уравнение реакции. Какова конфигурация продукта реакции? Укажите стереохимический результат реакции (2б).



2. Осуществите превращения, используя только неорганические реагенты (6б).



4. Установите строение соединения и напишите все указанные реакции (3б).



Оценка заданий:

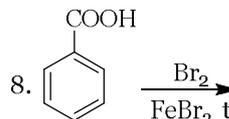
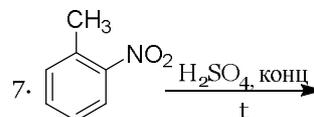
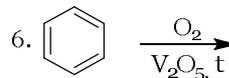
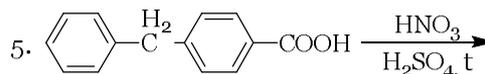
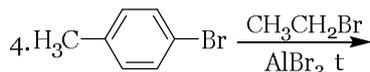
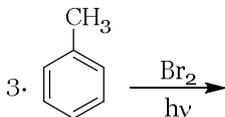
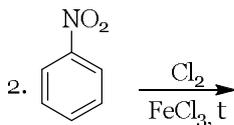
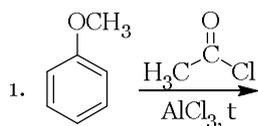
| № задания    | 1 | 2 | 3 | 4 | $\Sigma$ |
|--------------|---|---|---|---|----------|
| Оценка, балл | 9 | 2 | 6 | 3 | 20       |

**Модуль 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка**

**20 баллов.**

### Вариант 1

1. Напишите уравнения реакций. Назовите исходные соединения и продукты реакций. Для реакции №1 укажите электронные эффекты заместителя, приведите механизм и объясните состав продуктов реакции с позиции теории резонанса. (10б).



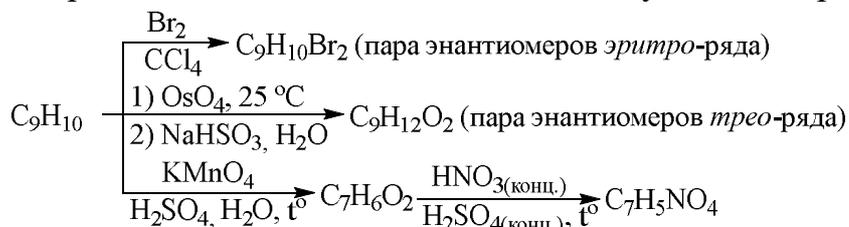
2. Осуществите превращения, используя только неорганические реагенты (6б).

а) Бензол и пропен  $\longrightarrow$  (*n*-бромфенил)хлорметан

б) Бензол  $\longrightarrow$  4-хлор-3-нитробензойная кислота

в) Бензол и ацетилхлорид  $\longrightarrow$  *m*-бромэтилбензол

3. Установите строение соединения и напишите все указанные реакции (4б).



Оценка заданий:

| № задания    | 1  | 2 | 3 | $\Sigma$ |
|--------------|----|---|---|----------|
| Оценка, балл | 10 | 6 | 4 | 20       |

### 8.3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ)

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет для зачета с оценкой содержит 4 вопроса. Первый вопрос – 15 баллов, второй – 8 баллов, третий – 10 баллов, четвертый – 7 баллов.

#### 8.3.1. ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Раздел №1.

Задание: закончите уравнения реакций, дайте названия полученным соединениям, для продуктов реакций, обозначенных \* приведите стереохимический результат.

1. Пропан  $\xrightarrow[h\nu]{\text{SO}_2, \text{Cl}_2}$
2. Изобутан  $\xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2}$
- 3.\* Бутан  $\xrightarrow[h\nu]{\text{SO}_2, \text{Cl}_2}$
- 4.\* Циклопентен  $\xrightarrow[\text{CCl}_4]{\text{Br}_2}$
5. 1,3-Дибромпропан  $\xrightarrow[\text{спирт, } t^\circ\text{C}]{\text{Zn}}$
- 6.\* Циклогексен  $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O, } 0^\circ\text{C}]{\text{KMnO}_4}$
- 7.\* Метилциклопропан  $\xrightarrow{\text{HBr}}$
8. Этилциклопропан  $\xrightarrow{\text{HCl}}$
9. Метилциклопентан  $\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2}$

## Раздел №2.

Задание:

- напишите механизмы реакций, для реакций обозначенных \* приведите стереохимический результат;
- для реакций обозначенных \*\* приведите энергетическую диаграмму,
- объясните влияние температуры на количественное соотношение продуктов реакции;
- для реакций обозначенных \*\*\* с точки зрения теории резонанса объясните направление реакции.

- 1.\* Бутан  $\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2}$
- 2.\* 1-Бутен  $\xrightarrow{\text{HBr}}$
- 3.\* Циклогексен  $\xrightarrow[\text{CCl}_4]{\text{Br}_2}$
- 4.\* Этилбензол  $\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2}$
- 5.\* Пропен  $\xrightarrow[400-500^\circ\text{C}]{\text{Cl}_2}$

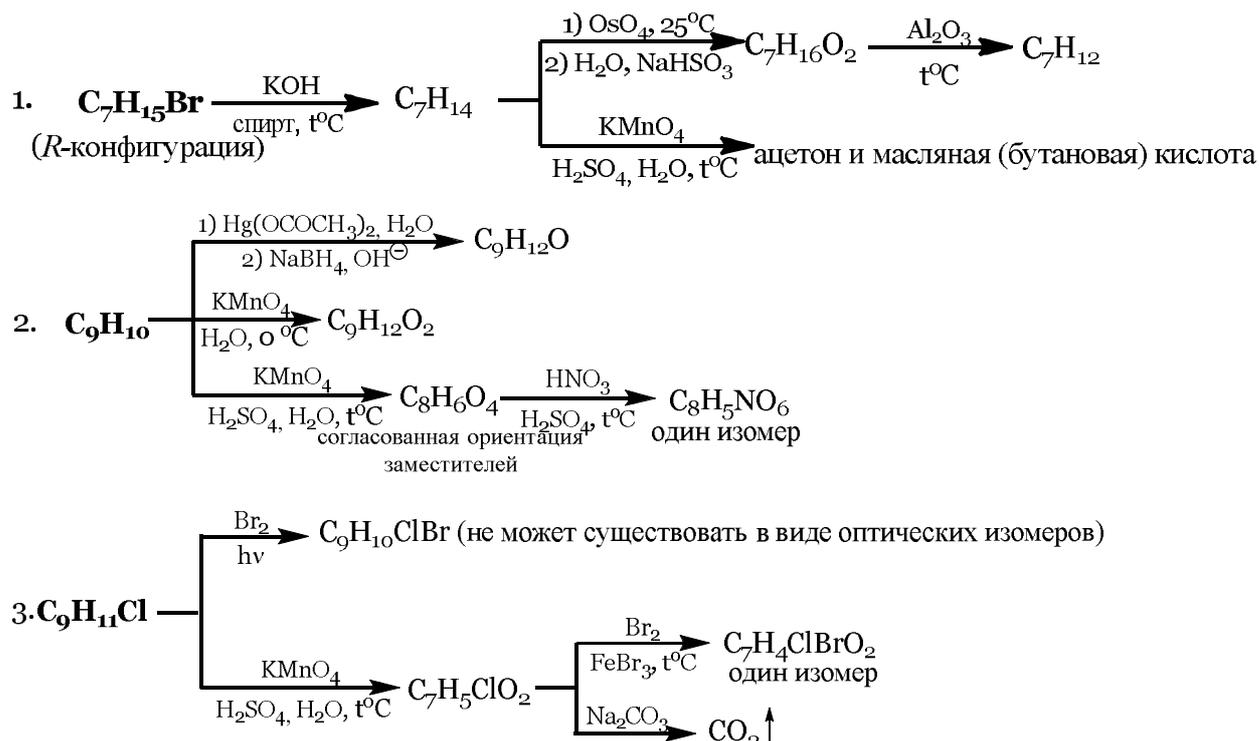
## Раздел №3.

Задание: осуществите превращения, используя только неорганические реагенты.

1. Пропан  $\longrightarrow$  ацетон
2. Этилен  $\longrightarrow$  3-гексин
3. 2-Бутен  $\longrightarrow$  эритро-2,3-бутандиол
4. Этилен  $\longrightarrow$  хлоропрен (2-хлор-1,3-бутадиен)

*Раздел №4.*

Задание: установите строение соединения, напишите указанные реакции.



Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. СТРУКТУРА И ПРИМЕРЫ БИЛЕТОВ ДЛЯ ЗАЧЕТА С ОЦЕНКОЙ

Зачет с оценкой по дисциплине «Органическая химия» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 15 баллов, второй – 8 баллов, третий – 10 баллов, четвертый вопросы – 7 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю»

(Должность, наименование кафедры)

(Подпись) (И. О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Министерство науки и высшего образования РФ  
Российский химико-технологический университет им.

Д.И. Менделеева

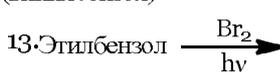
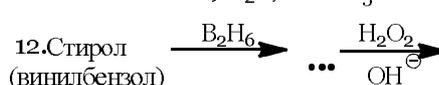
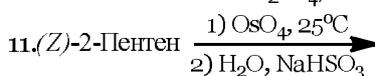
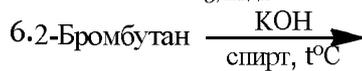
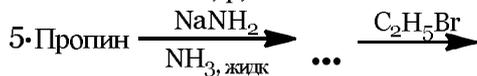
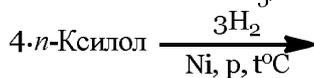
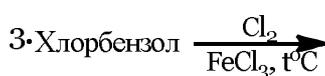
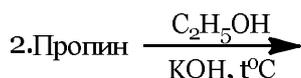
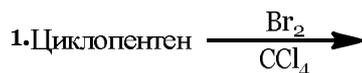
Кафедра органической химии

19.03.01 «Биотехнология»

профиль «Биотехнология»

Органическая химия

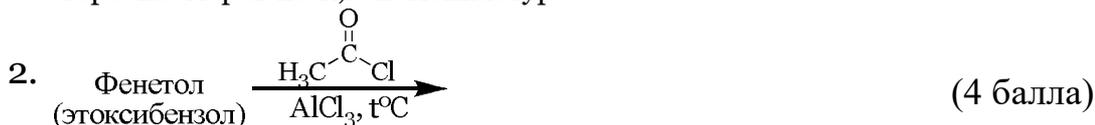
**I. Напишите уравнения реакций, назовите полученные соединения (14 баллов). Для реакций 4 и 11 укажите стереохимический результат (1 балл):**



**II. Приведите механизмы следующих реакций (8 баллов):**



Укажите стереохимический результат реакции и конфигурацию стереоизомеров по R,S-номенклатуре. (1 балл)

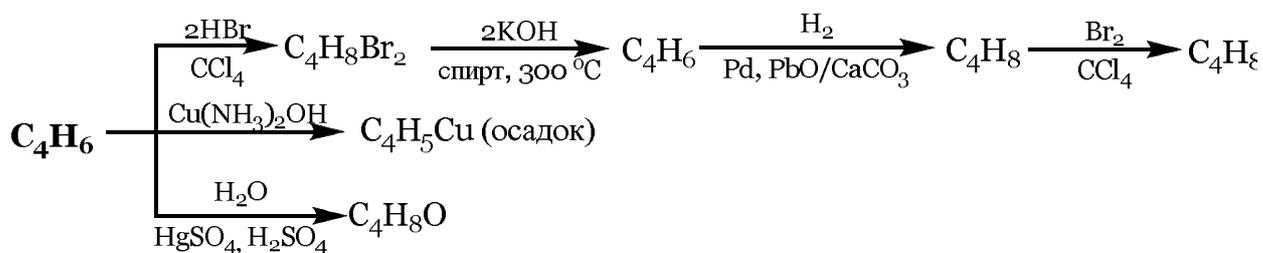


В терминах теории резонанса объясните направление реакции.

**III. Приведите схемы превращений (10 баллов):**



**IV. Установите строение соединения (2 балла). Напишите все указанные реакции (5 баллов):**



Укажите конфигурацию соединения состава  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

Оценка заданий:

| № задания    | 1  | 2 | 3  | 4  | 5 | $\Sigma$ |
|--------------|----|---|----|----|---|----------|
| Оценка, балл | 10 | 5 | 10 | 10 | 5 | 40       |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### А) Основная литература:

1. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бинوم. Лаборатория знаний, 2013. Т. I. 368 с
2. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бинوم. Лаборатория знаний, 2013. Т. II. 517 с
3. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бинوم. Лаборатория знаний, 2013. Т. III. 388 с.
4. Органическая химия. Задания для подготовки к контрольным работам/ А. М. Борунов, Л. С. Красавина, Н. Я. Подхалюзина, А. Е. Щекотихин. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017. 88 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Академкнига, 2004. Т. 1. 727 с.
2. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Академкнига, 2004. Т.2. 582 с.
3. Природа ковалентной связи и концепции реакционной способности. Кислоты и основания в органической химии: учебное пособие / Е. М. Бондаренко [и др.]; ред. В. Ф. Травень. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 91 с.
4. Буянов В.Н., Манакова И.В., Таршиц Д.Л. Органическая химия: задания для подготовки к контрольным работам: Учебное пособие / М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 299 с.
5. Органическая химия. Задания для подготовки к контрольным работам. РХТУ им. Д.И. Менделеева. М.; 2001. 72 с.

### 9.2 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

#### Научно-технические журналы:

- Журнал «Известия АН. Серия химическая» ISSN 0002-3353
- Журнал «Mendeleev Communications» ISSN 0959-9436
- Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492

#### Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

[http:// www.elibrary.ru.ru](http://www.elibrary.ru.ru)  
[http:// www.sciencedirect.com.ru](http://www.sciencedirect.com.ru)

### 9.3. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: размещены на странице кафедры, на сайте университета <https://muctr.ru/university/edu-dep/fen/departments/koh/metod/>

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы :

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 20.02.2020).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 20.02.2020).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 20.02.2020).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 20.02.2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.02.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 20.02.2020).

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 10.1. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в бакалавриате направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Учебный курс «Органическая химия» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Совокупная оценка текущей работы студента бакалавриата в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (контрольные работы) и за зачет с оценкой. Максимальная общая оценка всей дисциплины составляет 100 баллов.

## **10.2. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При преподавании дисциплины «Органическая химия» используется два типа учебных занятий: лекции, семинарские занятия. На семинарских занятиях разбираются примеры и закрепляется лекционный материал. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом. При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам

дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

Текущий контроль усвоения дисциплины рекомендуется осуществлять с помощью контрольных работ. Итоговый контроль осуществляется посредством зачета с оценкой.

#### **11.2. ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видеолекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторские занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР);
- учебные курсы, интегрированные в LMS Moodle, контактные часы по которым могут быть исключены, изучаются обучающимися самостоятельно при минимальном участии преподавателя (консультации в режиме форума или в режиме вебинара).

#### **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей  | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором   |
|---|--------------------|--|---|
| 1 | ЭБС «Лань»         | Принадлежность - сторонняя<br>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г.<br>Сумма договора – 357 000-00 | Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в |

|  |                   |   |  |
|--|-------------------|---|--|
|  | <p>ЭБС «ЛАНЬ»</p> | <p>С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <hr/> <p>Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2020г. Сумма договора – 642 083-68</p> <p>С «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС –</p> | <p>которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи.</p> <p><b>Коллекции:</b> «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".</p> <hr/> <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |
|--|-------------------|---|--|

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br><br>Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.  |   |
| 2. | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.    | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.  |
| 3  | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».    | Принадлежность сторонняя.<br><br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб.<br><br>С «01» января.2020 г. по | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   |  | <p>«31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p> <p>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p>  |   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).        | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г.<br/>Сумма договора - 299130-00</p> <p>С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru/">http://diss.rsl.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p> | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки:</p> <p>с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки";</p> <p>с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации;</p> <p>с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |
| 5 | ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г.</p>   | <p>Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки</p>   |

|   |              |   |   |
|---|--------------|---|---|
|   |              | <p>Сумма договора - 934 693-00</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   |   |
| 6 | БД ВИНТИ РАН | <p>Принадлежность сторонняя<br/>Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г.<br/>Сумма договора - 24000-00</p> <p>С «02» февраля 2018 г. <b>по «05» мая 2020 г.</b></p> <p>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p> | <p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов</p> |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   |  |  |   |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+», | <p>Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г.</p> <p>С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p> | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.          |
| 8 | Справочно-правовая система «Гарант»        | <p>Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2020 г.</p> <p>С «28» января 2020 г. по «27» января 2020 г.</p>  | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации. |

|    |                    |   |  |
|----|--------------------|---|--|
|    |                    | <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Сумма договора - 512000-00<br/>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   |  |
| 9  | Издательство Wiley | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. |
| 10 | QUESTEL ORBIT      | Принадлежность сторонняя.   | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом,   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.questel.orbit.com">http://www.questel.orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p>                   |
| 11 | ProQuest Dissertation and Theses Global | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.proquest.com/products-">http://www.proquest.com/products-</a></p>  | <p>База данных ProQuestDissertation&amp;ThesesGlobal (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.</p> |

|    |                                     |   |   |
|----|-------------------------------------|---|---|
|    |                                     | <p><a href="http://services/pqdtglobal.html">services/pqdtglobal.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   |   |
| 12 | American Chemical Society           | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society         |
| 13 | American Institute of Physics (AIP) | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор</p>   | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP) |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  | <p>№ АИР/130 от 24.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>  |   |
| 14 | База данных Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 15 | Scopus  | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>   |
| 16 | Ресурсы международной компании ClarivateAnalytics | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p>   | Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине. |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> |   |
| 17 | Royal Society of Chemistry<br>(Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | <p>Коллекция включает 44 журнала.<br/>Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.</p> |

|     |   |  |  |
|-----|---|--|--|
| 18. | Электронные ресурсы издательства SpringerNature         | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний.</li> <li>- Полнотекстовые 85 журналов NaturePublishingGroup</li> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols</li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials (TheLandolt-BornsteinDatabase)</li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH</li> <li>- Nano Database</li> </ul> |
| 19. | БазаданныхSci Finderкомпании Chemical Abstracts Service | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ГПНТБ)</p> <p>Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p>  | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, Биотехнология, физика, геология, металлургия и другие.</p>  |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  | <p>Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>  |   |
| 20 | Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.science-direct.com">https://www.science-direct.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p> | <p>«FreedomCollection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«FreedomCollectioneBookcollection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.</p> <p>Доступ к архивам 2014-2018гг.</p> |

|    |             |   |   |
|----|-------------|---|---|
| 21 | ЭБС «Лань»  | <p>Принадлежность -<br/>сторонняя<br/>Реквизиты<br/>договора - ООО<br/>«Издательство<br/>«Лань», договор<br/>№29.01-3-2.0-<br/>1299/2018<br/>от 06.03.2020 г.<br/><b>С «06» марта<br/>2020г. по<br/>«25» сентября<br/>2020г.</b></p> <p>Ссылка на сайт<br/>ЭБС –<br/><a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Сумма договора –<br/>73 247-39</p> <p>Количество<br/>ключей - доступ<br/>для всех<br/>пользователей<br/>РХТУ с любого<br/>компьютера.</p> | Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.  |
| 22 | ЭБС «ЮРАЙТ» | <p>Принадлежность -<br/>сторонняя<br/>Реквизиты<br/>договора – ООО<br/>«Электронное<br/>издательство<br/>ЮРАЙТ», Договор<br/>№ №29.01-3-2.0-<br/>1168/2018<br/>от 11.01.2020 г.<br/>С «11» января<br/>2020 г. по «10»<br/>января 2020 г.<br/>Ссылка на сайт<br/>ЭБС - <a href="https://bibli-online.ru/">https://bibli-online.ru/</a></p> <p>Сумма договора –<br/>220 000-00 руб.</p>   | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера. |  |
|--|--|---|--|

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Органическая химия» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. ОБОРУДОВАНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная доской с мелом или маркером и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических (семинарских) занятий, оборудованная доской с мелом или маркером; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

#### **13.2. УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ**

Комплекты шариковых моделей для демонстрации пространственного строения органических веществ.

#### **13.3. КОМПЬЮТЕРЫ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ, ПРОГРАММНЫЕ И АУДИОВИЗУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА**

Персональные компьютеры с выходом в интернет, принтеры, сканеры, копировальные аппараты.

#### **13.4. ПЕЧАТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса и к практическим занятиям по дисциплине.

### 13.5. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

| № п/п | Наименование программного продукта                                | Реквизиты договора поставки  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---|--|--|----------------------------------|
| 1     | Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)     | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г.                    |
| 2     | Операционная система Microsoft Windows 8.1 Professional (Russian) | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г.                    |
| 3     | Microsoft Visio Professional 2016 (Russian)                       | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г.                    |

|   |   |  |  |               |
|---|---|--|--|---------------|
| 4 | Microsoft Visio Professional 2020 (Russian) | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г. |
| 5 | Microsoft Access 2016 (Russian)             | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г. |
| 6 | Microsoft Access 2020 (Russian)             | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г. |
| 7 | Microsoft Office Standard 2007              | Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10<br>Microsoft Open License              | 10   | бессрочная    |

|    |  |   |                                   |            |
|----|--|---|-----------------------------------|------------|
|    |  | Номер лицензии<br>42931328  |                                   |            |
| 8  | Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) WinRAR           | Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 | 10                                | бессрочная |
| 9  | Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ChemOffice ultra | Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 | 1                                 | бессрочная |
| 10 | Антивирус Kaspersky (Касперский)   | сублицензионный договор №дс1054/2016 г., Акт № 1061 от 30.11.2016 г.                                    | 10                                | 13.12.2018 |
| 11 | ACDLabs12.0 Academic Edition   | Бесплатная  | Количество лицензий не ограничено | бессрочная |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения модулей приводятся в таблице.

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения модулей

| Наименование модулей  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки                        |
|---|--|---|
| Модуль 1 "Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ)" | <i>Знает</i> основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства алканов, циклоалканов, алкенов.<br><i>Умеет</i> применять теоретические знания для синтеза органических соединений из алканов, циклоалканов и алкенов. анализировать и предсказывать реакционные свойства | Оценка за контрольную работу №1 и 2.<br>Оценка за зачет |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  |   | <p>органических соединений;<br/> <i>Владеет</i> основными теоретическими представлениями в органической химии.</p>  |   |
| <p>Модуль "Ненасыщенные УВ "</p>         | 2 | <p><i>Знает</i> строение, способы получения и химические свойства ненасыщенных (алкены, алкадиены, алкины) УВ.<br/> <i>Умеет</i> применять теоретические знания для синтеза органических соединений из алкенов, алкинов, алкадиенов. анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений;<br/> <i>Владеет</i> основами номенклатуры и классификации органических соединений; основными теоретическими представлениями в органической химии; навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ.</p> | <p>Оценка контрольную работу №3.<br/> Оценка за зачет</p> |
| <p>Модуль "Ароматические соединения"</p> | 3 | <p><i>Знает</i> строение бензола, основные критерии ароматичности, строение, способы получения и химические свойства ароматических соединений бензольного ряда (а также алкил и алкенилбензолов).<br/> <i>Умеет</i> применять теоретические знания для синтеза органических соединений из соединений, содержащих бензольный фрагмент.<br/> <i>Владеет</i> основами номенклатуры и классификации органических соединений; основными теоретическими представлениями в органической химии; навыками обоснования</p>                                  | <p>Оценка контрольную работу №4.<br/> Оценка за зачет</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | рациональных способов<br>получения органических<br>веществ. |  |
|--|---|--|

## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Органическая химия»**  
**основной образовательной программы**  
 19.03.01 «Биотехнология»  
 «Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                  |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« » июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Процессы и аппараты химической технологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

Профиль подготовки «Биотехнология»

Квалификация **бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«23» июня 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ **Н.А. Макаров**

**Москва 2021 г.**

Программа составлена:

д.т.н., зав. кафедрой ПАХТ, профессором Равичевым Л.В.

к.т.н., доцентом кафедры ПАХТИльиной С.И.

к.т.н., доцентом кафедры ПАХТ Кузнецовой И.К.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии  
«02» июня 2021 г., протокол № 13

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики и физической химии.

**Цель дисциплины** – вместе с дисциплинами общей химической технологии, химическими процессами и реакторами и другими, связать общенаучную и инженерную подготовку химиков-технологов, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской и практической работы на предприятиях.

### **Задачи дисциплины:**

- развитие понимания физической сущности и общности процессов химической технологии;
- освоение теоретических знаний в области протекания гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;
- изучение конструкций аппаратов для проведения гидромеханических, а также тепло- и массообменных процессов;
- изучение алгоритмов решения практических задач, связанных с расчетом процессов и аппаратов для транспортировки жидкостей, разделения гетерогенных систем, тепло- и массообмена.

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» преподается в 5 и 6 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Изучение дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль подготовки – «**Биотехнология**» направлено на приобретение следующих общепрофессиональных компетенций:

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности,

применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

– готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ОПК-3).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

– основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;

– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.

*Уметь:*

– определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;

– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.

*Владеть:*

– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

– навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;

– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

| Вид учебной работы                           | Всего      |              | Семестр        |              |                |              |
|--|------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|  |            |              | 5              |              | 6              |              |
|  | ЗЕ         | Акад<br>. ч. | ЗЕ             | Акад<br>. ч. | ЗЕ             | Акад<br>. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | <b>10</b>  | <b>360</b>   | <b>5</b>       | <b>180</b>   | <b>5</b>       | <b>180</b>   |
| <b>Контактная работа (КР)</b>                | <b>3,6</b> | <b>128</b>   | <b>1,8</b>     | <b>64</b>    | <b>1,8</b>     | <b>64</b>    |
| Лекции                                       | 1,8        | 64           | 0,9            | 32           | 0,9            | 32           |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 1,8        | 64           | 0,9            | 32           | 0,8            | 32           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                | <b>4,4</b> | <b>160</b>   | <b>2,2</b>     | <b>80</b>    | <b>2,2</b>     | <b>80</b>    |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 4,4        | 160          | 2,2            | 80           | 2,2            | 80           |
| <b>Виды контроля:</b>                        |            |              |                |              |                |              |
| <b>Экзамен</b>                               | <b>2,0</b> | <b>72</b>    | <b>1,0</b>     | <b>36</b>    | <b>1,0</b>     | <b>36</b>    |
| Контактная работа - промежуточная аттестация | 2,0        | 0,8          | 0,01           | 0,4          | 0,01           | 0,4          |
| Подготовка к экзамену                        |            | 71,2         | 0,99           | 35,6         | 0,99           | 35,6         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               |            |              | <b>Экзамен</b> |              | <b>Экзамен</b> |              |

| Вид учебной работы                             | Всего      |               | Семестр        |              |                |              |
|--|------------|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|  |            |               | 5              |              | 6              |              |
|  | ЗЕ         | Астр.<br>. ч. | ЗЕ             | Астр<br>. ч. | ЗЕ             | Астр<br>. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>10</b>  | <b>270</b>    | <b>5</b>       | <b>135</b>   | <b>5</b>       | <b>135</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>3,6</b> | <b>96</b>     | <b>1,8</b>     | <b>48</b>    | <b>1,8</b>     | <b>48</b>    |
| Лекции   | 1,8        | 48            | 0,9            | 24           | 0,9            | 24           |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 1,8        | 48            | 0,9            | 24           | 0,8            | 24           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>4,4</b> | <b>120</b>    | <b>2,2</b>     | <b>60</b>    | <b>2,2</b>     | <b>60</b>    |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 4,4        | 120           | 2,2            | 60           | 2,2            | 60           |
| <b>Виды контроля:</b>                          |            |               |                |              |                |              |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>2,0</b> | <b>54</b>     | <b>1,0</b>     | <b>27</b>    | <b>1,0</b>     | <b>27</b>    |
| Контактная работа - промежуточная аттестация   | 2,0        | 0,6           | 0,01           | 0,3          | 0,01           | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                          |            | 53,4          | 0,99           | 26,7         | 0,99           | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |            |               | <b>Экзамен</b> |              | <b>Экзамен</b> |              |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

| № п/п    | Раздел дисциплины  | Академ. часов |           |            |             |
|----------|--|---------------|-----------|------------|-------------|
|          |  | Всего         | Лекции    | Прак. зан. | Сам. работа |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии</b>                               | <b>72</b>     | <b>16</b> | <b>16</b>  | <b>40</b>   |
| 1.1      | Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.   | 9             | 2         | 2          | 5           |
| 1.2      | Основы теории переноса.  | 11            | 4         | 2          | 5           |
| 1.3      | Гидростатика.  | 9             | 2         | 2          | 5           |
| 1.4      | Гидродинамика.   | 13            | 4         | 4          | 5           |
| 1.5      | Перемещение жидкостей.   | 30            | 4         | 6          | 20          |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии</b>  | <b>72</b>     | <b>16</b> | <b>16</b>  | <b>40</b>   |
| 2.1      | Основные понятия и определения в теплопередаче.  | 9             | 2         | 2          | 5           |
| 2.2      | Перенос энергии в форме теплоты.   | 31            | 10        | 6          | 15          |
| 2.3      | Теплопередача в поверхностных теплообменниках.   | 32            | 4         | 8          | 20          |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).</b>       | <b>108</b>    | <b>24</b> | <b>24</b>  | <b>60</b>   |
| 3.1      | Основные понятия и определения в массопередаче.  | 9             | 2         | 2          | 5           |
| 3.2      | Механизмы переноса массы.  | 11            | 4         | 2          | 5           |
| 3.3      | Фазовое равновесие.  | 11            | 2         | 4          | 5           |
| 3.4      | Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.  | 27            | 6         | 6          | 15          |
| 3.5      | Абсорбция.   | 28            | 4         | 4          | 20          |
| 3.6      | Дистилляция. Ректификация.   | 22            | 6         | 6          | 10          |
| <b>4</b> | <b>Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).</b> | <b>36</b>     | <b>8</b>  | <b>8</b>   | <b>20</b>   |
| 4.1      | Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.   | 9             | 2         | 2          | 5           |
| 4.2      | Осаждение.   | 9             | 2         | 2          | 5           |
| 4.3      | Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдооживленные слои.                                      | 9             | 2         | 2          | 5           |
| 4.4      | Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей.   | 9             | 2         | 2          | 5           |
|          | <b>ИТОГО</b>   | <b>288</b>    | <b>64</b> | <b>64</b>  | <b>160</b>  |
|          | <b>Экзамен</b>   | <b>72</b>     |           |            |             |
|          | <b>ИТОГО</b>   | <b>360</b>    |           |            |             |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины.

### Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.

#### 1.1. Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.

Предмет дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». Классификация процессов. Непрерывные и периодические, стационарные и нестационарные процессы.

Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии.

Жидкости и газы. Классификация жидкостей. Идеальная жидкость. Капельные и упругие жидкости. Силы, действующие в жидкости: массовые и поверхностные. Напряжения в жидкостях и газах (тангенциальные и нормальные). Свойства жидкостей.

Модель непрерывной среды. Понятие физического элементарного объема.

#### 1.2. Основы теории переноса.

Основы теории явлений переноса: анализ механизмов, моделирования и разработки обобщенных методов расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов и аппаратов. Феноменологические законы переноса импульса, массы и энергии. Молекулярный и конвективный перенос. Общие закономерности гидродинамики, теплопередачи и массопередачи. Взаимосвязь этих процессов в промышленной аппаратуре. Роль явлений переноса при химических превращениях.

Материальные и энергетические (тепловые) балансы; определение массовых потоков и энергетических затрат. Условия равновесия и определение направления процессов переноса. Общий вид уравнений скорости процессов; движущие силы и кинетические коэффициенты. Лимитирующие стадии.

#### 1.3. Гидростатика.

Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Покоящаяся жидкость под действием силы тяжести. Основное уравнение гидростатики. Практические приложения основного уравнения гидростатики.

#### 1.4. Гидродинамика.

Баланс сил при движении вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Уравнение Навье-Стокса и его физический смысл.

Подобное преобразование уравнения Навье-Стокса. Безразмерные переменные - критерии гидродинамического подобия (Эйлера, Рейнольдса, Фруда, гомохронности), их физический смысл; параметрические критерии. Критериальное уравнение движения вязкой жидкости.

Уравнение движения Эйлера. Энергетический баланс стационарного движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его практические приложения (истечение жидкостей, трубка Пито-Прандтля). Принципы измерения скоростей и расходов жидкости дроссельными приборами и пневмометрическими трубками. Определение расходов при истечении жидкостей через отверстия или насадки.

Гидродинамические режимы движения жидкостей: ламинарный и турбулентный.

Число Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Понятие турбулентности. Представления о гидродинамическом пограничном слое при течении по трубам и каналам и при обтекании тел.

Расчет диаметра трубопроводов и аппаратов; выбор скоростей потоков и оптимального диаметра трубопроводов.

Распределение скоростей по радиусу трубы постоянного сечения при ламинарном стационарном течении.

Течение в трубах и каналах. Определяющий поперечный размер потока в каналах произвольной формы: гидравлический радиус, эквивалентный диаметр.

Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей и газов. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) и на местные сопротивления. Соотношения и номограммы для расчета коэффициента трения. Зависимости между расходом и перепадом давления. Расчет напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

#### 1.5. Перемещение жидкостей.

Перемещение жидкостей с помощью машин, повышающих давление. Объемные (поршневые, ротационные и др.) и динамические (центробежные, осевые и др.) насосы. Основные параметры работы гидравлических машин: производительность, напор, мощность, КПД.

Расчет напора и потребляемой мощности; подбор двигателя к насосу. Определение допустимой высоты всасывания. Явление кавитации и его предотвращение.

Особенности работы, сопоставление и области применения основных типов насосов - центробежных, поршневых (плунжерных) и др. Связь напора, мощности и КПД с производительностью (характеристики насосов). Работа насосов на сеть и их выбор; регулирование производительности.

### **Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.**

#### 2.1. Основные понятия и определения в теплопередаче.

Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей.

Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Температурное поле, градиент температуры и тепловой поток; теплопередача и теплоотдача. Температуропроводность – теплоинерционные свойства среды.

#### 2.2. Перенос энергии в форме теплоты.

Тепловой баланс как частный случай энергетического баланса. Определение тепловой нагрузки аппарата при изменении и без изменения агрегатного состояния. Расход теплоносителей.

Дифференциальное уравнение переноса энергии в форме теплоты, уравнение Фурье-Кирхгофа и теплопроводности.

Стационарный перенос теплоты через плоские и цилиндрические стенки. Сочетание механизмов переноса теплоты (теплопроводности, конвекции, излучения).

Конвективный перенос теплоты. Безразмерные переменные – числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Грасгофа, Фурье. Расчет коэффициентов теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции.

Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Конденсация паров. Формула Нуссельта. Теплообмен при кипении.

Радиантный теплоперенос. Взаимное излучение тел. Радиантно-конвективный перенос теплоты. Расчет потерь теплоты аппаратами в окружающую среду и тепловой изоляции. Основное уравнение теплопередачи.

### 2.3. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

Теплопередача в поверхностных теплообменниках. Аддитивность термических сопротивлений. Средняя движущая сила теплопередачи. Определение средней движущей силы в аппаратах различных конструкций. Взаимное направление движения теплоносителей. Расчет поверхности теплообменников.

Способы подвода и отвода теплоты в химической технологии. Требования, предъявляемые к теплоносителям. Обогрев водяным паром, высокотемпературными органическими теплоносителями, топочными газами. Способы электрообогрева. Отвод теплоты водой, воздухом и низкотемпературными теплоносителями.

Теплообменные аппараты; их классификация. Основные типы поверхностных теплообменников (трубчатые, пластинчатые, аппараты с перемешивающими устройствами и т.д.) Смесительные теплообменники: градирни, конденсаторы смешения. Выбор оптимальных конструкций и условий эксплуатации теплообменных аппаратов. Основные тенденции совершенствования теплообменных аппаратов.

## **Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).**

### 3.1. Основные понятия и определения в массопередаче.

Классификация процессов массообмена. Основные понятия и определения. Процессы со свободной и фиксированной границей раздела фаз и с разделяющей фазы перегородкой (мембраной). Носители и распределяемые вещества. Способы выражения состава фаз.

Физико-химические основы массообменных процессов. Равновесные условия и определение направления переноса вещества из фазы в фазу. Коэффициенты распределения. Понятие о массопередаче и массоотдаче.

Концентрационное поле, градиент концентрации, общий и удельный поток массы. Молекулярная диффузия в жидкостях, газах (парах) и твердых телах.

### 3.2. Механизмы переноса массы.

Уравнение неразрывности для двухкомпонентной системы.

Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы в бинарных средах.

Диффузионный пограничный слой; профили концентраций и скоростей в потоках.

Коэффициенты массоотдачи. Основные модельные представления о механизме массоотдачи.

Моделирование конвективного массообмена. Числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Фурье и др., их физический смысл, аналогии с тепловым подобием применительно к газам и жидкостям. Расчет коэффициентов массоотдачи в аппаратах различных типов по уравнениям с безразмерными переменными.

Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи, аддитивность диффузионных сопротивлений. Интенсификация массопередачи путем воздействия на лимитирующую стадию.

Влияние условий (температуры, давления, концентраций) на направление массопереноса на примерах абсорбции; принципы выбора абсорбентов.

### 3.3. Фазовое равновесие.

Материальный баланс непрерывного установившегося процесса при различных способах выражения составов фаз и их расходов; уравнения рабочих линий.

Предельные концентрации распределяемого компонента в отдающей и извлекающей фазах для противоточных процессов. Максимально возможная степень извлечения, минимальный и оптимальный расходы извлекающей фазы.

### 3.4. Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.

Расчет поперечного сечения (диаметра) колонны; предельно допустимая и экономически оптимальная скорости сплошной фазы.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах. Расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом. Основы расчета высоты массообменных аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Два основных метода расчета: на основе коэффициентов массопередачи и на основе понятия теоретической ступени разделения. Понятие числа единиц переноса и высоты единицы переноса. Фактор массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи. Влияние продольного перемешивания на среднюю движущую силу массопередачи. Процедура расчета, основанная на объемных коэффициентах массопередачи. Графический и аналитический методы расчета.

Расчет высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени по Мэрфри. Связь числа единиц переноса и локального КПД ступени по Мэрфри. Численный расчет «от ступени к ступени» и его графическая интерпретация с использованием «кинетической линии». Учет структуры потоков и КПД тарелки. Особенности расчета тарельчатых колонн на основе понятия теоретической тарелки. Число действительных и теоретических тарелок. Эффективность тарелки.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах.

### 3.5. Абсорбция.

Общие принципы устройства и классификация аппаратов для массообменных процессов в системах "газ(пар)-жидкость". Особенности конструкций абсорберов.

Основные типы и области применения абсорберов: насадочные и тарельчатые колонны, аппараты со сплошным и секционированным барботажным слоем, аппараты с диспергированием жидкости.

Схемы абсорбционно-десорбционных установок с выделением извлеченного компонента и регенерацией абсорбента (десорбцией при повышенной температуре, понижением давления, отдувкой инертным носителем).

### 3.6. Дистилляция. Ректификация.

Разделение дистилляцией жидких гомогенных смесей и сжиженных газов; области применения и особенности проведения процессов при различном давлении.

Парожидкостное равновесие для систем с полной и ограниченной взаимной растворимостью и его влияние на возможность разделения компонентов дистилляционными методами. Расчет равновесия для идеальных бинарных смесей.

Простая и фракционная перегонка; перегонка с дефлегмацией. Материальный баланс, расчет выхода продукта и его среднего состава при перегонке бинарных смесей. Схемы установок. Тепловые балансы и расчет расходов теплоносителей для этих процессов.

Ректификация. Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных смесей. Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы при ректификации (по сравнению с абсорбцией). Особенности устройства и варианты работы испарителей и дефлегматоров.

Моделирование и расчет процессов и аппаратов при непрерывной ректификации бинарных систем. Основы численного и графоаналитического методов. Материальный баланс. Рабочие линии. Определение минимального и рабочего флегмового числа. Тепловой баланс и расчет расходов теплоносителей. Принципы технико-экономической оптимизации при расчете рабочего флегмового числа, размеров аппаратуры и энергетических затрат. Основы расчета тарельчатых и насадочных ректификационных колонн.

## **Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).**

### 4.1. Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.

Классификация жидких и газовых гетерогенных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, туманы. Материальный баланс процессов разделения гетерогенных систем.

Оценка эффективности и выбор оптимальных процессов и аппаратов для разделения гетерогенных смесей.

### 4.2. Основы теории осаждения.

Разделение жидких и газовых систем в поле сил тяжести. Расчет скоростей свободного и стесненного осаждения твердых частиц шарообразной и отличных от нее форм в поле силы тяжести.

Процессы отстаивания и устройство аппаратов разделения суспензий, эмульсий и пылей. Расчет поверхности осаждения и производительности отстойников. Устройство и действие циклонов (простых и батарейных), гидроциклонов.

### 4.3. Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдооживленные слои.

Значение гидродинамики зернистых слоев в процессах фильтрования, тепло- и массообмена, гетерогенного катализа и др. Основные характеристики этих слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов.

Режимы течения потоков в насадочных колоннах. Гидравлическое сопротивление, явления подвисания, захлебывания и инверсии фаз и расчет соответствующих скоростей.

Гидродинамика псевдооживленных (кипящих) слоев. Область применения псевдооживления. Основные характеристики псевдооживленного состояния.

Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдооживления и свободного витания, высоты псевдооживленного слоя. Однородное и неоднородное псевдооживление. Особенности псевдооживления полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

4.4. Фильтрование суспензий и очистка газов от пылей.

Специфика поведения осадков как зернистых слоев: сжимаемые и несжимаемые осадки. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрования. Фильтрование при постоянной скорости фильтрования. Экспериментальное определение констант уравнения фильтрования. Классификация и устройство основных типов непрерывно и периодически работающих фильтров и фильтрующих центрифуг.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 |
|---|---|----------|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>   |          |          |          |          |
| 1 | – основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; | +        | +        | +        | +        |
| 2 | – методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.  | +        | +        | +        | +        |
|   | <b>Уметь:</b>   |          |          |          |          |
| 3 | – определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;   | +        | +        | +        | +        |
| 4 | – рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.   | +        | +        | +        | +        |
|   | <b>Владеть:</b>   |          |          |          |          |

|  |  |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|
| 5  | – методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;  | + | + | + | + |
| 6  | – навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;   | + | + | + | + |
| 7  | – методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.   | + | + | + | + |
| <b>Общепрофессиональные компетенции:</b> |  |   |   |   |   |
| 8  | – способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1)              | + | + | + | + |
| 9  | – способностью и готовностью использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); | + | + | + | + |
| 10                                       | – готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ОПК-3).          | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.

### 6.1. Практические занятия.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 64 акад. ч. (32 акад. ч в 5 сем., разделы 1 и 2; 32 ч в 6 сем., разделы 3 и 4).

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | Основные свойства жидкостей и газов. Размерности величин. Расчет плотности и вязкости жидкостей и газов.  | 2    |
| 2     | 1                    | Уравнение неразрывности потока. Массовый и объемный расходы, средняя скорость. Распределение скоростей по поперечному сечению канала. Режимы течения жидкостей и газов. | 2    |
| 3     | 1                    | Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Практическое приложение закона Паскаля.   | 2    |
| 4     | 1                    | Идеальная жидкость. Применение уравнения Бернулли для решения практических задач. Определение расходов с помощью дроссельных приборов. Истечение жидкости из сосуда.    | 2    |
| 5     | 1                    | Расчет гидродинамического сопротивления трубопроводов. Учет режимов течения жидкостей, шероховатости стенок труб и их кривизны, при различных режимах.                  | 2    |
| 6     | 1                    | Расчет параметров насосов: производительности, напора, мощности, высоты всасывания.   | 2    |
| 7     | 1                    | Работа насоса на гидравлическую сеть. Выбор насосов.  | 2    |
| 8     | 1                    | Контрольная работа по гидродинамике.  | 2    |
| 9     | 2                    | Энергетические балансы в теплообменных аппаратах без изменения и с изменением агрегатного состояния теплоносителей.   | 2    |
| 10    | 2                    | Расчет движущей силы теплопередачи. Взаимное направление движения теплоносителей.   | 2    |
| 11    | 2                    | Уравнения теплопередачи. Коэффициенты теплопередачи и теплоотдачи. Размерность, порядок величин. Расчет поверхности теплообмена.  | 2    |
| 12    | 2                    | Теплопроводность. Расчет тепловых потоков и профилей температур при переносе теплоты теплопроводностью через однослойные и многослойные плоские стенки.                 | 2    |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 13 | 2 | Расчет коэффициента теплопередачи через уравнение аддитивности термических сопротивлений.                                     | 2 |
| 14 | 2 | Ориентировочный и поверочный расчет теплообменников для процессов подогрева, охлаждения, конденсации и испарения.             | 4 |
| 15 | 2 | Контрольная работа по теплообменным процессам.  | 2 |
| 16 | 3 | Способы выражения состава фаз. Равновесные концентрации. Закон Генри.   | 2 |
| 17 | 3 | Направление массопередачи. Построение рабочих и равновесных линий на примере процесса абсорбции. Движущая сила массопередачи. | 2 |
| 18 | 3 | Материальный баланс процесса абсорбции. Расчет расходов поглотителя и инертного носителя. Минимальный расход поглотителя.     | 2 |
| 19 | 3 | Расчет высоты массообменных аппаратов с непрерывным контактом фаз.  | 2 |
| 20 | 3 | Расчет коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Аддитивность диффузионных сопротивлений.                                    | 2 |
| 21 | 3 | Расчет высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени по Мэрфри.                          | 2 |
| 22 | 3 | Контрольная работа по основам массопередачи.  | 2 |
| 23 | 3 | Ректификация бинарных смесей. Равновесные данные. Относительная летучесть. Материальный баланс.                               | 2 |
| 24 | 3 | Непрерывная ректификация двухкомпонентных смесей. Минимальное и рабочее флегмовое число. Уравнения рабочих линий.             | 2 |
| 25 | 3 | Тепловой баланс ректификационной колонны. Тепловые нагрузки испарителя и дефлегматора.  | 2 |
| 26 | 3 | Определение основных размеров ректификационной колонны с непрерывным и ступенчатым контактом фаз.                             | 2 |
| 27 | 3 | Контрольная работа по ректификации.   | 2 |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 28 | 4 | Разделение гетерогенных систем. Материальный баланс. Расчет расходов потоков. | 2 |
| 29 | 4 | Осаждение. Элементы расчета аппаратов для осаждения.                          | 2 |
| 30 | 4 | Элементы гидродинамики неподвижных зернистых слоев и псевдоожижение.          | 2 |
| 31 | 4 | Фильтрация. Элементы расчета фильтровальных аппаратов.                        | 2 |

## 6.2. Лабораторные занятия.

Лабораторный практикум по дисциплине не предусмотрен.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Рабочей программой дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 80 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену) в 5 семестре и 80 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену) в 6 семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, WebofScience, ChemicalAbstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- выполнение домашних заданий по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 1 включают в себя оценку за домашнее задание (максимальная оценка 10

баллов) и контрольную работу (максимальная оценка 20 баллов). Контроль по Разделу 2 также проводится в форме домашнего задания (максимальная оценка 10 баллов) и контрольной работы (максимальная оценка 20 баллов). Итоговый контроль по разделам 1, 2 проводится в виде устного экзамена (5 семестр).

Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 3 включают в себя домашнее задание (максимальная оценка 10 баллов) и 2 контрольные работы (максимальная оценка 20 баллов за каждую работу). Контроль по Разделу 4 производится в виде оценки за домашнее задание (максимально 10 баллов). Итоговый контроль по Разделам 3, 4 проводится в виде устного экзамена (6 семестр).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### **8.2. Примеры домашних заданий.**

#### **Домашнее задание по теме «Расчёт плотности и вязкости жидкостей и паров». Раздел 1. Максимальная оценка – 1 балл.**

В смеситель за час поступает бензол в количестве 15 т, толуол в количестве 12 т и хлорбензол в количестве 10 т. Далее жидкая смесь направляется в теплообменный аппарат, где происходит её полное испарение. Атмосферное давление составляет 745 мм рт. ст.

Определите:

- 1) плотность и вязкость жидкой смеси, если её температура составляет 30 °С (0,5 балла);
- 2) плотность и вязкость паровой смеси, если её температура составляет 140 °С, а избыточное давление составляет 0,2 кгс/см<sup>2</sup> (0,5 балла).

#### **Домашнее задание по теме «Расчёт скорости потока в трубе и подбор трубопровода». Раздел 1. Максимальная оценка – 1,5 балла.**

По трубе диаметром 14×3 мм движется жидкий анилин в количестве 0,4 т/ч, его температура составляет 60 °С. Далее жидкость поступает в испаритель, после которого паровой поток движется с тем же массовым расходом по трубе большего диаметра при нормальном атмосферном давлении и температуре, соответствующей температуре кипения жидкости.

Определите:

- 1) скорость потока жидкости в трубопроводе (0,5 балла);
- 2) подберите диаметр трубопровода для потока насыщенного пара (0,5 балла);

3) подберите диаметр трубопровода, для потока жидкости, если её массовый расход возрастёт втрое (0,5 балла).

**Домашнее задание по теме «Расчёт гидравлического сопротивления трубопровода». Раздел 1. Максимальная оценка – 2,5 балла.**

По трубопроводу длиной 35 м и диаметром 14×3 мм из монтежу в закрытую ёмкость при температуре 50 °С перекачивается жидкость (анилин). Расход жидкости составляет 0,5 т/ч. Трубопровод гидравлически гладкий. Высота поёма жидкости 10 м.

На трубопроводе установлены:

диафрагма с диаметром отверстия 4,23 мм,

повороты (отводы) под прямым углом с относительным радиусом закругления 1 в количестве 6 шт.,

нормальный вентиль.

Определите:

- 1) коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) (0,8 балла);
- 2) сумму коэффициентов местных сопротивлений (0,7 балла);
- 3) гидравлическое сопротивление трубопровода (Па) (0,5 балла);
- 4) избыточное давление в монтежу, если давление в верхней ёмкости 1,9 ата, а атмосферное давление 746 мм. рт. ст. (0,5 балла).

**Домашнее задание по теме «Расчёт подбор центробежного насоса». Раздел 1. Максимальная оценка – 5 баллов.**

Центробежный насос подаёт органическую жидкость (анилин) из открытой ёмкости в напорный бак, находящийся выше на 10 м. Расход жидкости составляет 6 т/ч. Напорный бак находится под абсолютным давлением 2,1 кгс/см<sup>2</sup>. Атмосферное давление составляет 741 мм. рт. ст., температура 40 °С. Транспортировка жидкости осуществляется по стальному трубопроводу с незначительной коррозией. Всасывающий трубопровод имеет диаметр 56×3,5 мм и длину 8 м, нагнетательный трубопровод диаметр 38×2 мм и длину 20 м. Сумма местных сопротивлений всасывающего трубопровода 6,5, нагнетательного трубопровода 26,5.

Определите:

- 1) потери напора во всасывающем и нагнетательном трубопроводах (1 балл);
- 2) напор насоса, необходимый для работы на данную сеть (1 балл);
- 3) максимальную высоту всасывающей линии, если число оборотов рабочего колеса центробежного насоса 2900 об/мин (1 балл);
- 4) марку насоса, при заданной производительности обеспечивающего напор, достаточный для работы на данную сеть, и при этом имеющего наименьшую мощность из всех насосов, подходящих для данной сети (1 балл);

5) мощность насоса по мощности гидравлической сети, сравнив её со справочным значением (1 балл).

**Домашнее задание по теме «Ориентировочный расчёт теплообменных аппаратов». Раздел 2. Максимальная оценка – 2 балла.**

В одноходовом кожухотрубчатом теплообменнике производится охлаждение 45 т/ч органической жидкости (анилин) от начальной температурой 163 °С до конечной температуры 53 °С. Охлаждение производится водой, поступающей в трубное пространство теплообменника с начальной температурой 20 °С и покидающей теплообменник с конечной температурой 32 °С. Потери тепла в окружающую среду составляют 9 % от тепловой нагрузки теплообменного аппарата.

Определите:

- 1) тепловую нагрузку теплообменника (0,6 балла);
- 2) среднюю движущую силу теплопередачи (0,8 балла);
- 3) ориентировочную поверхность теплопередачи (0,6 балла).

**Домашнее задание по теме «Поверочный расчёт пластинчатого холодильника». Раздел 2. Максимальная оценка – 4 балла.**

В пластинчатом теплообменнике производится охлаждение 71 т/ч органической жидкости (бензол) от 75 °С до 35 °С. В качестве хладагента используется вода, нагреваемая от 21 °С до 30 °С. Тепловыми потерями пренебречь. Пластинчатый теплообменник собран из 136 пластин площадью 0,6 м<sup>2</sup> каждая. Теплагент движется по двухпакетной схеме, хладагент - по однопакетной схеме. Выполнить поверочный расчёт теплообменника и определить коэффициент запаса теплообменника по поверхности теплопередачи.

**Домашнее задание по теме «Поверочный расчёт кожухотрубчатого холодильника». Раздел 2. Максимальная оценка – 4 балла.**

Выполните поверочный расчёт вертикального кожухотрубчатого подогревателя, в котором производится нагрев 137 т/ч органической жидкости (бензол) от 22 °С до 56 °С. В качестве теплоагента используется насыщенный водяной пар, подающийся в межтрубное пространство теплообменника под избыточным давлением 5 кгс/см<sup>2</sup>. Атмосферное давление 765 мм рт. ст. Тепловыми потерями пренебречь. При расчёте учесть загрязнения стенок труб теплообменника.

Характеристики теплообменника:

площадь поверхности  $A_{ТО} = 40 \text{ м}^2$ ,

диаметр кожуха  $D = 600$  мм,  
диаметр труб  $\varnothing = 25 \times 2$  мм,  
число ходов  $k = 1$ ,  
число труб  $N = 257$ ,  
длина труб  $L = 2$  м.

**Домашнее задание по теме «Материальный баланс и движущая сила процесса абсорбции». Раздел 3. Максимальная оценка – 4 балла.**

В абсорбер поступает  $50000 \text{ м}^3/\text{ч}$  (в расчёте на нормальные условия) газовой смеси, содержащей 25 % об. абсорбата (углекислый газ) в инертном носителе (водород). Абсорбер орошается жидким абсорбентом (метанол). Степень поглощения составляет 0,77. Процесс абсорбции происходит при давлении 3 МПа и температуре  $-36 \text{ }^\circ\text{C}$ . Десорбция производится сбросом давления до 0,0981 МПа при температуре  $-26 \text{ }^\circ\text{C}$ . Абсорбент после регенерации вновь подаётся в абсорбер при концентрации абсорбтива, соответствующей равновесному составу в десорбере. Коэффициент избытка поглотителя 1,5.

Определите:

- 1) мольный расход инерта, молярный межфазный поток абсорбтива и содержание абсорбата в выходящем газовом потоке (1 балл);
- 2) содержание абсорбтива во входящем и в выходящем потоке жидкости, мольный расход абсорбента (1 балл);
- 3) число единиц переноса и движущую силу процесса массопередачи по газовой и жидкой фазам (1 балл);
- 4) построить графики рабочей и равновесной линии (1 балл).

**Домашнее задание по теме «Расчёт диаметра и высоты насадочной абсорбционной колонны». Раздел 3. Максимальная оценка – 2 балла.**

В насадочной абсорбционной колонне при температуре  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении 0,4 МПа производится очистка  $20000 \text{ м}^3/\text{ч}$  (расход приведён к н.у.) природного газа от содержащегося в нём диоксида углерода. Орошение колонны производится водным раствором диэтанолamina.

Содержание диоксида углерода в природном газе 3 % об., степень поглощения 92 %. Коэффициент избытка поглотителя 1,28. Содержание диоксида углерода в абсорбенте, поступающем на орошение колонны, составляет 2 г/л. Равновесие в абсорбере описывается уравнением  $Y^* = 0,0278 \cdot X$ .

Насадка абсорбционной колонны неупорядоченная, состоящая из керамических колец Рашига размером  $50 \times 50 \times 5$  мм. Коэффициент смачиваемости насадки 84 %.

Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе  $3 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , в газовой фазе  $5 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

Молярная масса инерта (природного газа)  $18 \text{ кг/кмоль}$ .

Молярная масса поглотителя (водного раствора диэтанолamina) 19,6 кг/кмоль.

Плотность поглотителя 1015 кг/м<sup>3</sup>.

Вязкость поглотителя 1,27 мПа·с.

Определите:

- диаметр (1 балл);

- высоту (1 балл)

абсорбционной колонны.

**Домашнее задание по теме «Расчёт насадочной ректификационной колонны». Раздел 3. Максимальная оценка – 4 балла.**

В насадочной ректификационной колонне производится разделение 18 т/ч бинарной смеси бензол - толуол, содержание низкокипящего компонента в которой 35 % масс. Получаемый дистиллят содержит 90 % масс. низкокипящего компонента, а кубовая жидкость 2 % масс. низкокипящего компонента.

Определите:

1) массовый расход дистиллята и кубовой жидкости (0,5 балла);

2) минимальное флегмовое число и флегмовое число, если коэффициент избытка флегмы 1,57 (0,5 балла);

3) уравнения рабочих линий (0,5 балла);

4) тепловую нагрузку дефлегматора и расход охлаждающей воды, если она нагревается от 18 °С до 25 °С (0,5 балла);

5) тепловую нагрузку кипятильника и расход греющего пара, если его давление 4 кгс/см<sup>2</sup> (0,5 балла);

6) диаметр ректификационной колонны, если колонна заполнена внавал кольцами Рашига размером 25×25×3 мм (0,5 балла);

7) число единиц переноса для верхней и нижней частей колонны (0,5 балла);

8) высоту колонны, если высота единицы переноса для верхней части колонны 1,14, высота единицы переноса для нижней части колонны 1,93 (0,5 балла).

**Домашнее задание по теме «Осаждение». Раздел 4. Максимальная оценка – 3 балла.**

Цилиндрический непрерывно действующий гребковый отстойник с поверхностью осаждения 10 м<sup>2</sup> используют для разделения при 30 °С 10 т/ч водной суспензии, содержащей 10 % масс. кварца (стеснённое осаждение). Осветленная вода содержит 0,1 % масс. кварца, а осадок имеет влажность 40 % масс.

Принять, что осаждение происходит в ламинарной области, проверив справедливость этого допущения в ходе расчёта (отклонением формы частиц от сферической пренебречь) (1 балл).

Каков минимальный размер частиц кварца, оседающих в отстойнике (1 балл)?

Изобразить схему устройства аппарата (1 балл).

**Домашнее задание по теме «Движение жидкостей и газов через зернистые слои». Раздел 4. Максимальная оценка – 4 балла.**

В вертикальный цилиндрический аппарат диаметром 1,4 м на сетку засыпан зернистый слой адсорбента высотой 0,4 м. Средний диаметр частиц слоя 2 мм, плотность этих частиц  $800 \text{ кг/м}^3$ , фактор формы для них может быть принят равным 0,8, а порозность слоя в неподвижном состоянии составляет 0,4. Через слой необходимо пропускать  $2,5 \text{ м}^3/\text{с}$  воздуха (с целью его осушки) с температурой  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  при нормальном атмосферном давлении. Изменением плотности воздуха при прохождении его через слой можно пренебречь. В каком состоянии будет находиться слой и каково его гидравлическое сопротивление для двух случаев:

- 1) воздух проходит через слой снизу вверх (2 балла);
- 2) сверху вниз (2 балла).

**Домашнее задание по теме «Фильтрование». Раздел 4. Максимальная оценка – 3 балла.**

На рамном фильтр-прессе требуется фильтровать водную суспензию, подаваемую под давлением 0,5 ати при температуре  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , с получением  $10 \text{ м}^3$  фильтрата за полчаса. Опытное фильтрование данной суспензии на лабораторном фильтре площадью  $0,1 \text{ м}^2$ , проведённое с использованием той же фильтровальной перегородки и при том же перепаде давления, что и в промышленных условиях, дало следующие результаты: 4,17 литра фильтрата получалось за 0,058 часа, а 11,14 литра – за 0,35 часа.

Определить:

- 1) необходимую поверхность фильтрования промышленного фильтра (1,5 балла);
- 2) сопротивление фильтровальной перегородки (1,5 балла).

**8.3. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.**

**1. Контрольная работа по гидродинамике. Раздел 1. Максимальная оценка - 20 баллов.**

Центробежный насос подаёт органическую жидкость (анилин) из открытой ёмкости в напорный бак, находящийся выше на 2 м. Расход жидкости составляет 0,5 т/ч. Напорный бак находится под избыточным давлением 1,8 ати. Атмосферное давление составляет 741 мм. рт. ст., температура  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Всасывающий трубопровод имеет диаметр  $20 \times 2,5 \text{ мм}$  и длину 5 м, нагнетательный трубопровод диаметр  $14 \times 3 \text{ мм}$  и длину 8 м. Коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) принять для обоих трубопроводов равным 0,06. Сумма местных сопротивлений всасывающего трубопровода 6,5, нагнетательного трубопровода 37.

Определите:

- 1) потери напора во всасывающем и нагнетательном трубопроводах (7 баллов);

- 2) напор насоса, необходимый для работы на данную сеть (6 баллов);
- 3) максимальную высоту всасывающей линии, если число оборотов рабочего колеса центробежного насоса 2900 об/мин (7 баллов).

2. Контрольная работа по теплообменным процессам. Раздел 2. Максимальная оценка – 20 баллов.

Выполните поверочный расчёт вертикального кожухотрубчатого подогревателя, в котором производится нагрев 124 т/ч органической жидкости (метанол) от 20 °С до 58 °С. Для нагревания используется насыщенный водяной пар, подающийся в межтрубное пространство теплообменника под избыточным давлением 2 кгс/см<sup>2</sup>. Атмосферное давление 745 мм рт. ст. Тепловыми потерями пренебречь. При расчёте учесть загрязнение стенок труб теплообменника.

Характеристики теплообменника:

Площадь поверхности  $A = 61 \text{ м}^2$ , диаметр кожуха  $D = 600 \text{ мм}$ , длина труб  $L = 3 \text{ м}$ , диаметр труб 25х2 мм, число ходов  $k = 1$ , число труб  $N = 257$

3. Контрольная работа по основам массопередачи. Раздел 3. Максимальная оценка – 20 баллов.

В непрерывно действующем насадочном абсорбере производится улавливание паров бензола из паровоздушной смеси чистым соляровым маслом при следующих условиях:

- 1) Производительность абсорбера 1000 м<sup>3</sup>/ч паровоздушной смеси;
- 2) Давление в абсорбере 760 мм рт. ст, температура 30°С;
- 3) Содержание бензола в исходной смеси 5% об.;
- 4) Улавливается 80% поступающего в абсорбер бензола;
- 5) Концентрация бензола в вытекающем из абсорбера масле составляет 75%, от равновесной с концентрацией входящего газа  $X_K = 0,75 \cdot X^* (Y_H)$ ;
- 6) Диаметр абсорбера 1 м;
- 7) Насадка из колец Рашига 25×25×3;
- 8) Коэффициент смачивания насадки 0,95;
- 9) Коэффициент массопередачи  $K_y = 0,7 \text{ кг бензола}/(\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{кг бензола}/\text{кг возд.})$ ;
- 10) Уравнение равновесной линии  $\bar{Y}^* = 0,5 \cdot \bar{X}$  (относительные массовые доли).

Определить:

- 1) Высоту насадки (8 баллов).
  - 2) Расход поглотителя (8 баллов).
- Составить схему аппарата (4 балла).

4. Контрольная работа по ректификации. Раздел 3. Максимальная оценка - 20 баллов.

В ректификационную колонну с ситчатыми переливными тарелками поступает на разделение бинарная смесь бензол-толуол, содержание бензола в которой 35 % масс. В процессе разделения получают 3,6 т/ч дистиллята, содержащего 94 % масс. бензола, и кубовую жидкость, содержащую 94 % масс. толуола. Давление в колонне нормальное атмосферное. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,5.

Определить:

- 1) Массовые расходы исходной смеси и кубовой жидкости (4 балла).
- 2) Флегмовое число, найдя предварительно минимальное флегмовое число, и воспользовавшись корреляцией Джиллиленда  $R = 1,3 \cdot R_{\min} + 0,3$  (4 балла).
- 3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости и пара в этом сечении приблизительно равными 110 °С (4 балла).
- 4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 60%, а расстояние между тарелками 0,5 м (4 балла).
- 5) Построить рабочие линии ректификационной колонны (4 балла).

**8.4. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины ( 5 семестр – экзамен, 6 семестр – экзамен).**

Максимальное количество баллов за **экзамен (5 семестр)** – 40 баллов, за **экзамен (6 семестр)** – 40 баллов. Экзаменационные билеты содержат 4 вопроса.

1 вопрос – 12 баллов, вопрос 2 – 8 баллов, вопрос 3 – 8 баллов, вопрос 4 – 12 баллов.

### 8.4.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

#### Раздел 1

1. Вывод уравнения неразрывности. Какой вид имеет это уравнение при стационарном течении несжимаемой среды и при неустановившемся течении.
2. Вывод уравнения Навье – Стокса для одномерного движения. Каков физический смысл слагаемых?
3. Проведите подобное преобразование уравнений Навье-Стокса для неустановившегося течения с получением обобщенных переменных (критериев гидродинамического подобия). Каков общий вид критериального уравнения применительно к задаче определения потерь напора (давления)? Физический смысл критериев подобия.
4. Преобразование уравнений Навье – Стокса для покоящейся жидкости. Как получить уравнения Эйлера, основное уравнение гидростатики.
5. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для течения идеальной жидкости. Чем отличается идеальная жидкость от реальной?
6. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для равновесия жидкости.
7. Выведите основное уравнение гидростатики. Назовите практические приложения этого уравнения. Закон Паскаля.
8. Вывод уравнения для распределения скорости по радиусу трубы при стационарном ламинарном течении.
9. Вывод уравнения постоянства расхода для канала (трубопровода) с переменным поперечным сечением.
10. Вывод уравнения для расчета коэффициента гидравлического трения при ламинарном движении жидкости в трубе круглого поперечного сечения.
11. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Каков физический смысл слагаемых этого уравнения? Приведите примеры практического использования этого уравнения (измерение расхода).
12. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Опишите особенности движения реальной жидкости. Приведите вид уравнения Бернулли для реальной жидкости. Каков его энергетический смысл?
13. Напор насоса, его энергетический смысл. Вывод формулы для расчета напора проектируемого к установке насоса. Вывод формулы для расчёта напора действующего насоса (через показания манометра и вакуумметра).
14. Вывод формулы для расчета высоты всасывания насоса. От каких факторов зависит допустимая высота всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчета высоты всасывания.
15. Закон внутреннего трения Ньютона, приведите его вид с необходимыми пояснениями; Динамический и кинематический коэффициенты вязкости.
16. Что такое гидравлический радиус и эквивалентный диаметр? Расчет эквивалентного диаметра в канале с некруглым поперечным сечением. Приведите примеры.
17. Охарактеризуйте ламинарное и турбулентное течения. Общие характеристики турбулентного течения. Изобразите, поясните и сопоставьте профили скоростей в трубопроводе при турбулентном и ламинарном режимах течения жидкости.
18. Расчет диаметра трубопровода, выбор расчетных скоростей потока и примерные численные их значения для капельных жидкостей, газов, паров.
19. Определение гидравлического сопротивления в трубопроводах и аппаратах. Как определяются потери напора на трение при ламинарном и турбулентном движении?

20. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости.
21. Что такое «гидравлическая гладкость» при течении жидкостей по трубопроводам? Каковы условия, в которых она проявляется?
22. Приведите с необходимыми пояснениями расчетную формулу для определения потерь давления (напора) при течении жидкостей через трубопроводы и каналы. (С учетом трения и местных сопротивлений.) Принципы измерения скоростей и расходов жидкостей в трубопроводах, основанные на определении перепада давления.
23. Изобразите графически и сопоставьте зависимости между производительностью и напором центробежного и поршневого насоса.
24. Характеристика центробежного насоса и характеристика сети. Покажите, как определяется напор и мощность насоса при работе его на данную сеть.
25. Полезная и потребляемая мощность насоса. Коэффициент полезного действия насоса и его составляющие, поясните физический смысл каждого из них. Приведите с необходимыми пояснениями формулу для расчета мощности двигателя насоса.
26. Как влияет температура перекачиваемой жидкости на предельную высоту всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчета высоты всасывания.
27. Какие вы знаете насосы объемного типа? Изобразите схему устройства и опишите действие одного из них.
28. Изобразите схему устройства и опишите действие поршневого насоса, сопоставив его с насосами других типов.
29. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса, сопоставив его с насосами других типов.
30. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса двойного действия, сопоставив его с насосом простого действия.
31. Изобразите схему устройства и опишите действие мембранного (диафрагмового) поршневого насоса, назвав области его применения.
32. Насосы для перекачки химически агрессивных жидкостей. Изобразите схему устройства и опишите действие одного из них (по выбору).
33. Изобразите схему устройства и опишите действие монтежу, сопоставив его с насосами других типов и назвав области применения.
34. Изобразите схему устройства и опишите действие шестеренчатого насоса, сопоставив его с насосами других типов.
35. Изобразите схему устройства и опишите действие центробежного насоса, сопоставив его с насосами других типов.
36. Сопоставьте достоинства и недостатки центробежных и поршневых насосов, назвав основные области их применения.
37. Изобразите схему устройства и опишите действие одноступенчатого центробежного насоса, сопоставив его с многоступенчатым центробежным насосом.
38. Изобразите схему устройства и опишите действие осевого (пропеллерного) насоса, сопоставив его с насосами других типов.

## Раздел 2

1. Потенциал переноса энергии. Вывод уравнение переноса.
2. Вывод дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Вид уравнения для стационарного и нестационарного теплообмена.
3. Перенос тепла конвекцией. Уравнение теплоотдачи. Подобное преобразование дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Критерии Фурье, Нуссельта, Пекле, Прандтля.

4. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности для установившегося и неустановившегося процесса (из уравнения Фурье-Кирхгофа). Каковы размерность и физический смысл коэффициента теплопроводности?
5. Вывод уравнения аддитивности термических сопротивлений при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки.
6. Связь коэффициента теплопередачи и коэффициентов теплоотдачи при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки. Какова размерность и каков физический смысл этих коэффициентов?
7. Вывод уравнений теплопроводности через однослойные и многослойные плоские стенки для стационарного процесса. Изобразите графически профили изменения температуры по толщине таких стенок, различающихся коэффициентами теплопроводности.
8. Вывод уравнений теплопроводности через цилиндрические стенки для стационарного процесса. При каких условиях можно практически пренебречь кривизной цилиндрической стенки, сведя задачу к теплопроводности через плоскую стенку?
9. Вывод уравнения для расчета движущей силы теплопередачи при переменных температурах теплоносителей вдоль поверхности теплообмена.
10. Механизмы переноса энергии в форме теплоты в жидкостях и газах. Феноменологический закон переноса энергии Фурье.
11. Температурное поле и температурный градиент.
12. Порядок расчёта поверхности теплопередачи теплообменников. приведите соответствующие пояснения, входящих в формулы величин.
13. Опишите молекулярный механизм переноса энергии. Приведите уравнение для удельного потока теплоты.
14. Определение толщины слоя тепловой изоляции.
15. Взаимное направление движения теплоносителей. Сравнение прямотока с противотоком.
16. Физический смысл тепловых критериев Нуссельта и Прандтля. Назовите примерные численные значения критерия Прандтля для газов и капельных жидкостей.
17. Как определяется количество теплоты, передаваемой лучеиспусканием при взаимном излучении двух тел?
18. Уравнения тепловых балансов при изменении и без изменения фазового состояния систем.
19. Напишите уравнения теплопередачи и теплоотдачи. Что является движущими силами этих процессов? Каковы размерности и физический смысл коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи?
20. Уравнения тепловых балансов при изменении и без изменения фазового состояния систем.
21. Определение потерь тепла стенками аппаратов в окружающую среду.
22. Каковы достоинства и недостатки использования топочных газов в качестве теплоносителей для подвода тепла?
23. Водяной пар как теплоноситель. Назовите области его применения, преимущества и недостатки перед другими теплоносителями. Какой пар и почему чаще используется в качестве теплоносителя – насыщенный или перегретый? Как определяется расход пара при заданной тепловой нагрузке?
24. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при принудительной конвекции без изменения агрегатного состояния. Приведите выражения соответствующих обобщенных переменных (критериев подобия).
25. Графически изобразите зависимости коэффициента теплоотдачи при кипении от разности температур между стенкой и кипящей жидкостью и от удельной тепловой нагрузки. Опишите основные режимы кипения.

26. Как осуществляется отвод конденсата при использовании водяного пара в качестве теплоносителя? Каково назначение и принципы действия конденсатоотводчиков?
27. Назовите и сопоставьте друг с другом основные теплоносители, используемые в химической промышленности для отвода теплоты.
28. Назовите и сопоставьте друг с другом основные теплоносители, используемые в химической промышленности для подвода теплоты.
29. Применение высокотемпературных промежуточных теплоносителей. Назовите области и способы их применения. Приведите примеры таких теплоносителей.
30. Взаимное излучение тел. Как определяется коэффициент взаимного излучения?
31. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции? Опишите, как получено выражение для критерия Грасгофа (с необходимыми пояснениями и обозначениями входящих в него величин).
32. Как и почему влияет гидродинамический режим течения жидкости в трубе на коэффициент теплоотдачи? Изобразите и поясните примерные профили изменения скорости и температуры в поперечном сечении трубы при ламинарном и при турбулентном режимах.
33. Влияние взаимного направления движения теплоносителей на среднюю движущую силу процесса. В каких случаях средняя движущая сила не зависит от взаимного направления потоков?
34. Определение температуры стенок теплообменных аппаратов. Для каких целей требуется знать температуры стенок в ходе расчета теплообменных аппаратов?
35. Теплоотдача при конденсации (описание процесса). Что такое пленочная и капельная конденсация? От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи при конденсации.
36. Теплоотдача при кипении (описание процесса). Общий вид уравнений для определения коэффициента теплоотдачи при кипении.
37. Приведите схемы обогрева аппаратов «острым» и «глухим» паром.
38. Объясните принцип действия конденсатоотводчика. Приведите схему устройства.
39. Изобразите схему устройства кожухотрубного теплообменника.
40. Изобразите многоходовой по межтрубному пространству кожухотрубный теплообменник.
41. Изобразите любую конструкцию многоходового кожухотрубного теплообменника. Чем отличаются одноходовые теплообменники от многоходовых?
42. Какие Вы знаете конструкции теплообменников с компенсацией температурных удлинений труб и кожуха. Изобразите любую конструкцию по вашему выбору.
43. Изобразите схему устройства кожухотрубного и двухтрубного («труба в трубе») теплообменников. Сопоставьте достоинства и недостатки этих аппаратов и назовите области их применения.
44. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия теплообменника «труба в трубе». Сопоставьте эти теплообменники с кожухотрубными.
45. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия пластинчатого теплообменника для жидкостей. Сопоставьте достоинства и недостатки этого аппарата с кожухотрубным теплообменником.
46. Изобразите схему устройства спирального теплообменника. Укажите достоинства и недостатки этого аппарата.
47. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия оросительных холодильников. Укажите их достоинства и недостатки.
48. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия погружных (змеевиковых) теплообменников. Укажите их достоинства и недостатки, области применения.
49. Приведите схему устройства любого известного вам смешительного теплообменника.
50. Изобразите известные вам схемы устройства градирен. Для чего они используются?

## 8.4.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

### Раздел 3

1. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Рассмотреть частный случай диффузии в неподвижной среде.
2. Первый закон Фика. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
3. Получить диффузионные критерии подобия. Определяемый и определяющие критерии. Физический смысл массообменных критериев подобия.
4. Получить уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений. Сформулировать допущения при выводе.
5. Вывести соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Из каких уравнений получают коэффициенты массоотдачи?
6. Материальный баланс и уравнение рабочей линии при абсорбции. Вывести это уравнение при противотоке газа и жидкости. Как определяется минимальный удельный расход абсорбента?
7. Вывести уравнение рабочей линии для массообменных аппаратов (на примере абсорберов) при противоточном движении фаз идеальным вытеснением в условиях неизменности их расхода.
8. Вывести уравнения для расчета средней движущей силы массопередачи.
9. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз.
10. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз.
11. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения и числа единиц переноса.
12. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения. КПД по Мэрфри.
13. Получить систему уравнений, описывающих процесс простой перегонки.
14. Материальный баланс процесса простой перегонки. Расчет количества кубового остатка, количества и среднего состава дистиллата.
15. Вывести уравнения рабочих линий ректификационной колонны непрерывного действия.
16. Вывести уравнение рабочей линии для укрепляющей части ректификационной колонны. Описать, как строят рабочие линии на диаграмме  $y-x$ , сформулировав необходимые допущения.
17. Вывести уравнения рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве мольных расходов фаз (с необходимыми пояснениями, указав обозначения и допущения). Как зависит положение этих линий на диаграмме  $y-x$  от флегмового числа?
18. Эффективность (КПД) ступени по Мэрфри. Вывести (на примере абсорбции) зависимость между эффективностью по Мэрфри и числом единиц переноса при идеальном смешении жидкости и идеальном вытеснении газа.
19. Вывести формулу для расчёта минимального флегмового числа при непрерывной ректификации. Какие принципы используют для оптимизации при определении флегмового числа?
20. Зависимость между флегмовым числом, размерами колонны и расходом теплоты при ректификации. Каковы принципы выбора оптимального флегмового числа? (Выражение для минимального флегмового числа – вывести).

21. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход греющего пара в кипятильнике?
22. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход теплоносителя в дефлегматоре?
23. Основное уравнение массопередачи. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массопередачи и массоотдачи. Их размерности и физический смысл.
24. Метод кинетической линии расчета высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Порядок построения кинетической линии. Эффективность по Мэрффри.
25. Что такое теоретическая ступень разделения («теоретическая тарелка»)? Как это понятие применяется для оценки эффективности и расчета массообменных аппаратов со ступенчатым и непрерывным контактом фаз?
26. Диффузионное сопротивление массопереносу. В каких случаях сопротивление массопереносу лимитируется переносом в одной из фаз?
27. Критерии подобия массообменных процессов. Их физический смысл.
28. Массообменный (диффузионный) критерий Нуссельта. Каковы его вид и физический смысл?
29. Написать с необходимыми пояснениями и обозначениями выражение для расчета средней движущей силы массопередачи в аппаратах с непрерывным контактом фаз при условии линейности рабочей и равновесной линий (на примере процесса абсорбции). Структура потоков соответствует модели идеального вытеснения.
30. Определение минимального и оптимального расхода поглотителя при абсорбции.
31. Гидродинамические режимы в насадочных аппаратах.
32. Описать с указанием необходимых обозначений и допущений построение рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве расходов фаз.
33. Влияние флегмового числа на размеры ректификационной колонны и расход греющего пара. Определение оптимального флегмового числа при расчете ректификационных колонн.
34. Назвать (и обосновать их необходимость) основные допущения, принимаемые при анализе и расчете установок для непрерывной ректификации бинарных смесей. Как зависит высота колонны от флегмового числа?
35. Сопоставить друг с другом тарельчатые и насадочные колонные аппараты. Каковы преимущественные области применения каждого из этих типов колонн?
36. Сравнить полый распыливающий и барботажный абсорберы.
37. Распылительные абсорберы. Описать принцип действия, достоинства, недостатки.
38. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Для чего используется насадка? Какие бывают насадки?
39. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Каковы требования, предъявляемые к насадке колонных аппаратов?
40. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Сравнить насадочные и тарельчатые колонные. Указать недостатки насадочных колонн.
41. Описать гидродинамические режимы работы насадочных абсорберов. Сопоставить насадочные и тарельчатые аппараты.
42. Изобразите схему устройства и опишите действие ректификационных и абсорбционных колонн с провальными тарелками.
43. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого колонного аппарата. В чем отличие аппаратов с переточными устройствами и без них.
44. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого аппарата с переточными устройствами
45. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или

- ректификационной колонны с ситчатыми тарелками.
46. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с клапанными тарелками.
  47. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с колпачковыми тарелками.
  48. Изобразить с необходимыми обозначениями и пояснениями схемы установок для простой перегонки.
  49. Изобразите с необходимыми обозначениями и пояснениями схему установки для непрерывной ректификации бинарных жидких смесей.

#### Раздел 4

1. Составить уравнения материального баланса при разделении суспензий и вывести из них выражения для расчета массового расхода осветленной жидкости и осадка.
2. Вывод формулы для расчета производительности отстойников для запыленных газов и суспензий.
3. Осаждение под действием силы тяжести. Силы, действующие на частицу. Вывести уравнения для определения скорости свободного осаждения шара.
4. Расчет скорости осаждения частиц сферической формы под действием силы тяжести.
5. Вывод формулы для расчета потребной поверхности осаждения частиц в отстойниках для запыленных газов и суспензий.
6. Критерий Архимеда при осаждении, его физический смысл, использование в расчетах скорости осаждения.
7. Кинетика осаждения. Гидродинамические режимы обтекания тел. Привести график зависимости коэффициента сопротивления среды от критерия Рейнольдса.
8. Привести уравнение фильтрования при постоянном перепаде давления к виду, удобному для экспериментального определения сопротивления осадка и фильтровальной перегородки.
9. Основные параметры, характеризующие зернистый слой. Получить выражения эквивалентного диаметра через удельную поверхность и диаметр частиц.
10. Действительная и фиктивная (приведенная) скорости потока в зернистом слое. Каково соотношение между ними?
11. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Сопроводите ответ графическими изображениями зависимостей потери давления и высоты слоя от скорости потока.
12. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Как рассчитать потерю давления в псевдооживленном слое?
13. Назвать и сопоставить основные способы разделения суспензий. Указать их преимущественные области применения.
14. Охарактеризовать основные способы очистки газов от пыли. Указать их преимущественные области применения.
15. Какие вы знаете типы аппаратов для очистки газов от пыли? Изобразить схему устройства и описать действие одного из них (по выбору).
16. Изобразить схему устройства и описать действие одноярусного гребкового непрерывно действующего отстойника.
17. Аппараты для мокрой очистки газов от пылей. Изобразить схему устройства и описать действие одного из таких аппаратов.
18. Изобразить схему устройства и описать действие тарельчатого (пенного) пылеуловителя.
19. Изобразить схему устройства циклона или гидроциклона (по выбору), назвав основные области их применения.
20. Изобразить схему устройства и описать действие гидроциклона.

21. Какие вы знаете фильтры для суспензий периодического действия?  
Изобразить схему устройства и описать действие одного из них.
22. Изобразить схему устройства и описать действие нутч – фильтра.
23. Изобразить схему устройства и описать действие пылеосадительных камер и газоходов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.5. Структура и примеры билетов для экзаменов.

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в форме устного экзамена. Экзамен (5 семестр) включает в себя материал раздела 1 и раздела 2. Экзамен (6 семестр) включает в себя материал раздела 3 и раздела 4.

Экзаменационный билет состоит из 2-х теоретических вопросов, третьего вопроса по конструкциям аппаратов и задачи. Первый вопрос билета предусматривает развернутый ответ студента по достаточно объемной тематике, второй - краткий ответ по конкретизированной тематике. Первый и второй вопросы должны относиться к разным разделам.

Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый вопрос и задача – максимально по 12 баллов каждый, второй и третий вопросы – максимально 8 баллов каждый. Общая оценка экзамена складывается путем суммирования оценок текущего контроля в семестре и ответа на экзамене. Максимальная оценка экзамена – 100 баллов.

Пример экзаменационного билета (5 семестр) раздел 1, раздел 2.

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»</p> <p>зав.каф. ПАХТ</p> <p>_____ Л.В.<br/>Равичев</p> <p>«__» _____ 20__<br/>г.</p>   | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>   |
|   | <p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>   |
|   | <p><b>Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии</b></p> <p><i>Дисциплина: Процессы и аппараты химической технологии</i></p> |
| <p><b>19.03.01 Биотехнология</b></p>  |   |
| <p><b>Билет № 1</b></p>   |   |
| <p>1. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости.</p> |   |

2. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности для установившегося процесса (из уравнения Фурье-Кирхгофа).
3. Изобразите схему устройства и опишите действие мембранного (диафрагмового) поршневого насоса, назвав области его применения.
4. Задача. Определить высоту всасывающей линии, по которой из находящейся под атмосферным давлением ёмкости к центробежному насосу поступает вода со скоростью 2 м/с. Гидравлическое сопротивление всасывающей линии составляет 35 кПа. Вакуумметр, подключённый к всасывающей линии на одном уровне с насосом, показывает, что давление во всасывающей линии на 300 мм рт. ст. ниже атмосферного. Температура перекачиваемой воды 20 °С, атмосферное давление 1 кгс/см<sup>2</sup>.

|  |   |
|--|---|
| <p>«Утверждаю»</p> <p>зав.каф. ПАХТ</p> <p>_____ Л.В.<br/>Равичев</p> <p>«__» _____ 20__<br/>г.</p>  | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>   |
|  | <p><b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b></p>   |
|  | <p><b>Кафедра Процессов и аппаратов химической<br/>технологии</b></p> <p><i>Дисциплина: Процессы и аппараты химической<br/>технологии</i></p> |
|  | <p><b>19.03.01 Биотехнология</b></p>  |
| <p><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Рассмотреть частный случай диффузии в неподвижной среде.</p> <p>2. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Как рассчитать потерю давления в псевдооживленном слое?</p> <p>3. Сравнить полый распыливающий и барботажный абсорберы.</p> <p>4. Задача. Определить необходимую поверхность насадки в насадочном абсорбере, в котором поглощается компонент (газ) из его смеси с азотом чистой водой. Расход воды, орошающей колонну, составляет 10 м<sup>3</sup>/ч. Концентрация извлекаемого газа в вытекающей из абсорбера воде 0,05 кг газа/кг воды. Коэффициенты массоотдачи в газовой и в жидкой фазе, отнесенные к единице геометрической поверхности насадки, составляют соответственно:</p> $\beta_y = 20 \frac{\text{кг газа}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}} \quad \text{и} \quad \beta_x = 40 \frac{\text{кг газа}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}}$ <p>Средняя движущая сила массопередачи при абсорбции, выраженная в концентрациях газовой фазы, <math>\Delta Y_{cp} = 0,01 \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}</math>, а уравнение равновесной линии <math>\bar{Y}^* = 1,2 \cdot \bar{X}</math>,</p> <p>где <math>[\bar{Y}^*] = \frac{\text{кг газа}}{\text{кг азота}}</math> и <math>[\bar{X}] = \frac{\text{кг газа}}{\text{кг воды}}</math>.</p> |   |

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **9.1. Рекомендуемая литература.**

#### **А) Основная литература:**

1. Разинов А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие /А.И. Разинов, А.В.Клинов, Г.С.Дьяконов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – 860 с.
2. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. Процессы и аппараты химической технологии (в 5-ти томах). М.: Химия, 2011. – 1230 с.
3. Комиссаров Ю.А. Химическая технология: многокомпонентная ректификация: учеб. пособие для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, К.Ш. Дам – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 255 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс).
4. Равичев Л.В., Ильина С.И., Комляшев Р.Б., Носырев М.А., Сальникова Л.С., Бобылев В.Н. Задачник-тренажер по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие. - М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2020. - 264 с.

#### **Б) Дополнительная литература:**

1. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для вузов: в 2-х книгах. под ред В.Г.Айнштейна. - М. : Логос : Высшая школа.- 2003.
2. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): Учебн.пособие для вузов.- СПб.: Химиздат, 2009. -544 с.
3. Физико-химические свойства веществ: Методические указания по курсовому проектированию / Равичев Л.В., Трушин А.М., Комляшев Р.Б., Васильев А.С., Ильина С.И., Сальникова Л.С. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 104 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Химические технологии» ISSN 1684-5811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.chem-eng.ru>

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 10;
- банк домашних заданий по гидродинамике и теплообмену (общее число заданий 250);
- банк контрольных заданий по гидродинамике (Раздел 1) (общее число контрольных – 50);
- банк контрольных заданий теплообмену (Раздел 2) (общее число контрольных – 50);
- банк контрольных заданий по абсорбции (Раздел 3) (общее число контрольных – 50);
- банк контрольных заданий по ректификации (Раздел 3) (общее число контрольных – 50);
- банк экзаменационных билетов: Раздел 1. Раздел 2 (общее число билетов – 60);
- банк экзаменационных билетов: Раздел 3. Раздел 4 (общее число билетов – 60).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 16.05.2021).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 16.05.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 16.05.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 16.05.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ.**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

#### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

#### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Слайды презентаций для лекционного курса, печатные материалы для лекций и семинаров.

#### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Для чтения курса лекций имеются компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства; подключение к локальной сети с выходом в Интернет.

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

#### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и электронном виде.

#### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п/п | Наименование программного продукта                                     | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---------------------|--|
| 1     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | 14                  | бессрочно  |
| 2     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 14                  | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|--|---|
| <b>Раздел 1.</b><br>Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии. | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы теории переноса импульса; принципы физического моделирования процессов;</li> <li>основные уравнения движения жидкостей; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;</li> <li>– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять характер движения жидкостей и газов; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;</li> <li>– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> | <p>Оценка за домашнюю работу (5 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 1 (5 семестр).</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b> (5 семестр).</p> |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;</li> <li>– навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;</li> <li>– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.</li> </ul>   |  |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Тепловые процессы и аппараты химической технологии.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы теории переноса тепла; принципы физического моделирования процессов; основы теории теплопередачи; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;</li> <li>– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов теплопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;</li> <li>– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;</li> <li>– навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;</li> <li>– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.</li> </ul> | <p>Оценка за домашнюю работу (5 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 2 (V семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (5 семестр).</p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Процессы и аппараты разделения гомогенных систем. (Основные массообменные процессы)</p> | <p><i>Знает:</i><br/>– основы теории переноса массы; принципы физического моделирования процессов; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;<br/>– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов;</p> <p><i>Умеет:</i><br/>– определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;<br/>– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.</p> <p><i>Владеет:</i><br/>– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;<br/>– навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;<br/>– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.</p> | <p>Оценка за домашнюю работу (6 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 1 (6 семестр).</p> <p>Оценка за контрольную работу № 2 (6 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (6 семестр).</p> |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/>Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем. (Основные гидромеханические</p>     | <p><i>Знает:</i><br/>– основы теории переноса импульса; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;</p>   | <p>Оценка за домашнюю работу (6 семестр).</p> <p>Оценка за экзамен (6 семестр).</p>   |

|           |  |  |
|-----------|--|--|
| процессы) | <p>– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>– определять характер движения жидкостей и газов; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;</p> <p>– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;</p> <p>– навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;</p> <p>– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.</p> |  |
|-----------|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе

оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем  
Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-  
44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Процессы и аппараты химической технологии»  
основной образовательной программы  
19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология».

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание<br>дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                            |
|-----------------------------------|------------------------------------|---|
| 1.                                |                                    | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |
| 2.                                |                                    | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена:

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Давидхановой М.Г.

ассистентом кафедры ОХТ, Дубко А.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Общей химической технологии «17» мая 2021 г., протокол № 12.

---

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Общей химической технологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение *одного* семестра.

Дисциплина «**Общая химическая технология**» относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физической химии, процессов и аппаратов химической технологии.

**Цель дисциплины** – получение знаний в области реализации химико-технологических процессов с учетом физико-химических особенностей протекающих реакций, выбора оптимальных условий реализуемых процессов, выбора эффективных реакторов, приобретения навыков в составлении материальных и тепловых балансов, в расчете процессов и реакторов на основе математического моделирования, получения знаний в области разработки энергосберегающих химико-технологических систем (ХТС), безотходных и малоотходных технологий на примере современных производств.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение химического производства как химико-технологической системы, ее организации, структуры и функционирования;
- изучение методов балансовых расчетов, анализа химического производства, определения его эффективности;
- обучение методам и приемам разработки ХТС и оптимальной организации химико-технологических процессов в ней;
- развитие инженерного мышления и эрудиции при анализе и синтезе химико-технологических систем;
- знакомство с некоторыми конкретными химическими производствами, на примере которых предметно демонстрируются основные теоретические положения курса.

Дисциплина «**Общая химическая технология**» преподается в **7-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «*Общая химическая технология*» при подготовке бакалавров по направлению подготовки *19.03.01 Биотехнология* направлено на приобретение следующих *общепрофессиональных* компетенций:

– способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основы теории химических процессов и реакторов;
- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;
- основные реакционные процессы и реакторы химической технологии;
- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- основные химические производства.

*Уметь:*

- рассчитать основные характеристики химического процесса;
- выбрать рациональную схему производства заданного продукта;
- оценить технологическую эффективность производства;
- выбрать эффективный тип реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

*Владеть:*

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |              |             |
|--|------------------|--------------|-------------|
|  | ЗЕ               | Акад<br>. ч. | Астр<br>.ч. |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>6</b>         | <b>216</b>   | <b>162</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>2,22</b>      | <b>80</b>    | <b>60</b>   |
| Лекции   | 0,89             | 32           | 24          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89             | 32           | 24          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,44             | 16           | 12          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,78</b>      | <b>100</b>   | <b>75</b>   |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,78             | 100          | 75          |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                  |              |             |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>         | <b>36</b>    | <b>27</b>   |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1                | 0,4          | 0,3         |
| Подготовка к экзамену                          |                  | 35,6         | 26,7        |
| <b>Вид итогового контроля</b>                  | <b>экзамен</b>   |              |             |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины   | Академ. часов |           |           |           |            |
|--------------|---|---------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              |   | Всего         | Лек       | ПЗ        | ЛР        | СР         |
| <b>1</b>     | <b>Раздел 1.<br/>Химическая технология и<br/>химическое производство</b>                        | <b>21</b>     | <b>6</b>  | <b>-</b>  | <b>-</b>  | <b>15</b>  |
| 1.1          | Основные определения и положения  | 4             | 1         | -         | -         | 3          |
| 1.2          | Химическое производство   | 9             | 2         | -         | -         | 7          |
| 1.3          | Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве                                      | 8             | 3         | -         | -         | 5          |
| <b>2</b>     | <b>Раздел 2.<br/>Теоретические основы<br/>химических процессов и<br/>реакторов</b>              | <b>84</b>     | <b>16</b> | <b>14</b> | <b>12</b> | <b>42</b>  |
| 2.1          | Основные определения и положения  | 16            | 3         | 2         | 2         | 10         |
| 2.2          | Химические процессы   | 33            | 6         | 5         | 7         | 14         |
| 2.3          | Химические реакторы   | 29            | 5         | 7         | 3         | 14         |
| 2.4          | Промышленные химические реакторы  | 6             | 2         | -         | -         | 4          |
| <b>3.</b>    | <b>Раздел 3. Химическое<br/>производство, как химико-<br/>технологическая система<br/>(ХТС)</b> | <b>38</b>     | <b>6</b>  | <b>12</b> | <b>-</b>  | <b>20</b>  |
| 3.1          | Структура и описание химико-технологической системы   | 8             | 2         | 2         | -         | 4          |
| 3.2          | Анализ ХТС  | 15            | 2         | 5         | -         | 8          |
| 3.3          | Синтез ХТС  | 15            | 2         | 5         | -         | 8          |
| <b>4.</b>    | <b>Раздел 4. Промышленные<br/>химические производства</b>                                       | <b>28</b>     | <b>3</b>  | <b>6</b>  | <b>4</b>  | <b>15</b>  |
| <b>5.</b>    | <b>Раздел 5. Современные<br/>тенденции в развитии<br/>химической технологии</b>                 | <b>9</b>      | <b>1</b>  | <b>-</b>  | <b>-</b>  | <b>8</b>   |
|              | <b>ИТОГО</b>  | <b>180</b>    | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>16</b> | <b>100</b> |
|              | <b>Экзамен</b>  | <b>36</b>     |           |           |           |            |
|              | <b>ИТОГО</b>  | <b>216</b>    |           |           |           |            |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Химическая технология и химическое производство**

#### **1.1. Основные определения и положения.**

Химическая технология. Объект химической технологии. Межотраслевой характер химической технологии. Развитие химических производств и химической технологии. Место химической технологии в промышленной сфере и методов химической технологии в нехимических отраслях промышленности. Системный анализ сложных схем и взаимодействий элементов схемы – понятие и содержание метода. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента. Содержание и задачи учебного курса.

#### **1.2. Химическое производство.**

Понятие о химическом производстве. Многофункциональность химического производства. Общая структура химического производства. Основные подсистемы химического производства. Основные технологические компоненты химического производства.

Качественные и количественные показатели химического производства: технологические, экономические, эксплуатационные, социальные.

#### **1.3. Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве**

Классификация сырьевых ресурсов по различным признакам – фазовому состоянию, происхождению, источникам. Минеральное сырье (руды и полезные ископаемые), органическое природное сырье (горючие ископаемые), растительное и животное сырье, вторичное сырье – их использование и пути переработки. Основные способы первичной обработки сырья (обогащение, очистка, подготовка к транспортировке и переработке). Понятие, сущность и примеры углубления использования сырья, комбинирования производств и комплексной переработки сырья.

Значение и использование воды в химических производствах. Источники воды. Требования к технологической и бытовой воде. Промышленная подготовка воды и методы ее очистки от примесей. Основные методы контроля качества воды. Экономия водопотребления в производстве. Водооборотные системы.

Виды и источники энергии в химической промышленности. Масштабы потребления и способы уменьшения энергетических затрат. Сущность и примеры регенерации и рекуперации энергии. Энерготехнологические системы. Вторичные энергетические ресурсы.

### **Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов**

#### **2.1. Основные определения и положения**

Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта,

интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов.

## **2.2. Химические процессы**

Определение. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений) и фазовым (число и агрегатное состояние фаз).

Гомогенный химический процесс. Определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации.

Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических реакций.

Гетерогенный (некаталитический) химический процесс. Определение и примеры. Структура процесса и его составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера") и топохимической (модель "с невзаимодействующим ядром"). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса.

Каталитический процесс. Определение, классификация, примеры. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.

## **2.3. Химические реакторы**

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционная зона, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них.

Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания: химическая реакция, химический процесс в элементарном объеме, процессы в реакционном элементе и в реакторе в целом, их взаимосвязь и иерархическая структура математической модели процесса в реакторе. Примеры процессов в различных видах химических реакторов.

Классификация процессов в реакторах по различным признакам - вид химического процесса, организация потоков реагентов (схема движения реагентов через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена), стационарность процесса.

Обоснование и построение математической модели процесса в реакторах различного типа как системы уравнений материального и теплового балансов на основе данных о структуре потока, химических превращениях, явлениях переноса тепла и вещества и их взаимодействии. Систематизация и классификация математических моделей процессов в реакторах.

Изотермические процессы в химическом реакторе. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности процесса (проточный и периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая) и ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность процесса). Основы расчета процесса в реакторе. Сопоставление эффективности процессов в реакторах, описываемых моделями идеального смешения и вытеснения.

Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры, концентраций и степени превращения в реакторе в режимах идеального смешения и вытеснения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в реакторах идеального смешения.

#### **2.4. Промышленные химические реакторы**

На конкретных примерах предметно рассматриваются промышленные реакторы для проведения гомогенных, гетерогенных и каталитических процессов – типы реакторов, конструктивные характеристики и особенности режима, области использования.

### **Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система**

#### **3.1. Структура и описание химико-технологической системы**

Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Понятие системы и ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, классификация по виду процессов и назначению. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) технологические связи. Их схемы и назначение.

Описание ХТС. Виды моделей ХТС - описательные и графические. Описательные модели - химическая схема и математическая модель. Графические модели - функциональная, технологическая, структурная и другие (специальные) схемы. Назначение, применение и взаимосвязь моделей.

### **3.2. Анализ ХТС**

Понятие, задачи и результаты анализа ХТС - состояние ХТС, материальный и тепловой балансы, показатели химического производства.

Свойства ХТС как системы: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов и др.

Материальный и тепловой балансы. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности расчета балансов в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.).

Материальный баланс для массообменных и реакционных элементов. Использование стехиометрических, термодинамических и межфазных балансовых соотношений. Степень использования сырьевых ресурсов.

Энтальпийный, энергетический (по полной энергии) и эксергетический балансы и КПД. Их сопоставление и использование в анализе ХТС.

### **3.3. Синтез ХТС**

Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.

Основные концепции при синтезе ХТС: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры. Их содержание и способы реализации. Комбинированные производства, совмещенные процессы, вторичные энергетические ресурсы, энерготехнологические системы, перестраиваемые ХТС, замкнутые, малоотходные производства - их понятия, особенности и применение.

Однородные технологические схемы: система рекуперативного теплообмена, система разделения многокомпонентной смеси, система реакторов. Основы построения их оптимальной структуры

## **Раздел 4. Промышленные химические производства**

Химические производства рассматриваются предметно как реализация изученных теоретических основ химико-технологических процессов и ХТС, концепций построения высокоэффективной ХТС. Основной акцент делается на физико-химические основы концепции построения технологической схемы производства и его подсистем. Производство серной кислоты. Производство аммиака. Производство азотной кислоты. Производство стирола.

## **Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии**

Текущее состояние химической промышленности в мире и тенденции ее развития. Перспективные источники сырья и энергии. Кластеризация химической промышленности. Совмещенные процессы. Гибкие и перестраиваемые технологические схемы. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов. Нанотехнология.

**5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

| №             | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 | Раздел 5 |
|---------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Знать:</b> |  |          |          |          |          |          |
| 1             | основы теории химических процессов и реакторов;  |          | +        |          |          |          |
| 2             | методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;                  | +        |          |          |          |          |
| 3             | методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;   |          | +        |          |          |          |
| 4             | основные реакционные процессы и реакторы химической технологии;  |          | +        |          |          |          |
| 5             | основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; |          |          | +        |          | +        |
| 6             | основные химические производства.  |          |          |          | +        | +        |
| <b>Уметь:</b> |  |          |          |          |          |          |
| 7             | рассчитать основные характеристики химического процесса;   | +        | +        |          |          |          |
| 8             | выбрать рациональную схему производства заданного продукта;  |          |          | +        | +        | +        |
| 9             | оценить технологическую эффективность производства;  | +        |          |          | +        | +        |
| 10            | выбрать эффективный тип реактора;  |          | +        |          |          |          |
| 11            | провести расчет технологических параметров для заданного процесса;   |          |          |          |          |          |

|  |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|
| 12                                       | определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.  |   | + |   |   |   |
| <b>Владеть:</b>                          |   |   |   |   |   |   |
| 13                                       | методами анализа эффективности работы химических производств;   | + |   |   | + | + |
| 14                                       | методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;   |   | + | + |   |   |
| 15                                       | методами выбора химических реакторов.   |   | + |   |   |   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции:</b> |   |   |   |   |   |   |
| 16                                       | способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2). | + | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | 2                    | Показатели химико-технологического процесса. Стехиометрические закономерности.           | 2    |
| 2     | 2                    | Показатели химико-технологического процесса. Термодинамические закономерности.           | 3    |
| 3     | 2                    | Показатели химико-технологического процесса. Кинетические закономерности.                | 3    |
| 4     | 2                    | Реакторы идеального вытеснения (РИВ) и идеального смешения непрерывного действия (РИС-н) | 4    |
| 5     | 2                    | Реакторы идеального смешения   | 2    |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
|    |   | периодического действия (РИС-п).<br>Адиабатический реактор идеального смешения |   |
| 6  | 3 | Каскад реакторов идеального смешения (к-РИС-н)                                 | 3 |
| 7  | 3 | Разнородные ХТС. Последовательное и параллельное соединение РИС и РИС          | 2 |
| 8  | 3 | Фракционный рецикл   | 3 |
| 9  | 3 | Материальный баланс элемента ХТС без химического превращения                   | 2 |
| 10 | 3 | Материальный баланс элемента ХТС с химическим превращением                     | 2 |
| 11 | 4 | Расходные коэффициенты по сырью, энергии и вспомогательным материалам          | 3 |
| 12 | 4 | Материальный баланс ХТС в целом  | 3 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет **20** баллов (максимально по **5** баллов за каждую работу).

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | 2                    | Моделирование изотермических процессов в реакторах и реакторных системах | 4    |
| 2     | 2                    | Анализ процесса «газ-твёрдое» на примере обжига сульфида цинка           | 4    |
| 3     | 2                    | Окисление диоксида серы  | 4    |
| 4     | 4                    | Анализ химико-технологических систем – производство азотной кислоты      | 4    |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение лекционного материала и учебника по дисциплине;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче *экзамена* и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

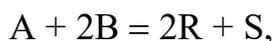
Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка **40** баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка **20** баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка **40** баллов).

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **3** контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет: **10** баллов за первую, **15** баллов за вторую и третью.

#### **Раздел 2. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за каждый вопрос.**

1. Определить степень превращения по компоненту В ( $x_B$ ) и состав реакционной смеси для реакции



если  $x_A = 0,6$ ;  $c_{A0} = 1$  кмоль/м<sup>3</sup>;  $c_{B0} = 1,5$  кмоль/м<sup>3</sup>.

2. Определить влияние избытка водяного пара в исходной смеси на равновесную степень превращения этилена в обратимой реакции синтеза этанола:



для трёх мольных соотношений в исходной смеси  $\alpha = H_2O:C_2H_4 = 1; 4; 9$ . Давление в процессе 3 МПа, константа равновесия  $K_p = 0,068$  МПа<sup>-1</sup>.

#### **Раздел 3. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 7 баллов за первый вопрос, 8 баллов за второй вопрос.**

1. Реактор периодического действия за 8 ч должен производить  $N_R = 4,8$  кмоль продукта R. Чтобы загрузить реактор, нагреть его до нужной температуры и разгрузить после окончания процесса, требуется 1 ч.

1) Найти необходимый объём реактора, если известно, что в реакторе протекает реакция  $A \rightarrow R$  с константой скорости  $0,026$  мин<sup>-1</sup>, начальная концентрация вещества A равна  $8$  кмоль/м<sup>3</sup>, 99 % которого подвергается превращению.

2) Определить объёмы реакторов ИС-Н и ИВ для получения такого же количества продукта R в сутки при той же степени превращения вещества A.

2. В реакторе идеального смешения объёмом  $0,3$  м<sup>3</sup> проводится экзотермическая реакция 1-го порядка  $A \rightarrow \frac{2R + Q_p}{Q_p}$ . Константа скорости реакции описывается уравнением  $k = 10^3 \exp\left(\frac{-20000}{RT}\right)$  мин<sup>-1</sup>. Тепловой эффект

реакции составляет 2300 ккал/кмоль. Плотность реакционной массы не зависит от степени превращения и равна 420 кг/м<sup>3</sup>. Удельная теплоёмкость раствора равна 0,95 ккал/(кг·К). Раствор реагента А подаётся с концентрацией 6 кмоль/м<sup>3</sup> в количестве 0,6 м<sup>3</sup>/ч. Рассчитать, при какой температуре следует подавать исходный раствор вещества А в реактор, работающий в адиабатическом режиме, чтобы температура в нём не превышала 60 °С.

#### Раздел 4. Пример контрольной работы № 3. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос.

Жидкофазный процесс описывается реакцией 1-го порядка типа  $A \rightarrow 2R$  с константой скорости равной  $8,3 \cdot 10^{-3} \text{ сек}^{-1}$ . Концентрация исходного вещества составляет 0,36 моль/л. Расход реакционной смеси равен 0,12 м<sup>3</sup>/мин.

Процесс проводится в установке из 3 реакторов смешения, соединенных последовательно объемом 0,3 м<sup>3</sup>.

Определить производительность установки по продукту R.

#### 8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Билет для *экзамена* включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Первый вопрос – 10 баллов, второй вопрос – 15 баллов, третий вопрос – 15 баллов.

1. Химический процесс. Технологические показатели эффективности. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
2. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС. Свойства ХТС Синтез ХТС. Концепции синтеза и пути их решения. Синтез и сравнение однородных систем реакторов вытеснения и смешения при проведении в них различных реакций.
3. Стехиометрические закономерности химических процессов. Использование стехиометрических закономерностей в расчетах показателей эффективности технологических процессов.
4. Термодинамические закономерности химических процессов и их использование в технологических расчетах
5. Кинетические закономерности химических процессов. Скорость реакции и скорость превращения вещества. Схема превращения вещества
6. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых необратимых реакций различного порядка. Аналитические и графические зависимости:  $r(c)$ ,  $r(T)$ ,  $r(x)$ ,  $c(t)$ . Теоретический оптимальный режим.
7. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых обратимых реакций. Аналитические и графические зависимости:  $r(c)$ ,  $r(T)$ ,  $r(x)$ ,  $c(t)$ ,  $x(T)$ . Линия оптимальных температур. Теоретический оптимальный режим.
8. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных параллельных реакций. Аналитические и графические зависимости:  $r(c)$ ,  $r(T)$ ,  $r(x)$ ,  $c(t)$ ,  $S_R(c)$ ,  $S_R(T)$ . Теоретический оптимальный режим.
9. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных последовательных реакций. Аналитические и графические зависимости:  $r(c)$ ,  $r(T)$ ,  $r(x)$ ,  $c(t)$ ,  $S_R(c)$ ,  $S_R(T)$ . Теоретический оптимальный режим.
10. Гетерогенные процессы. Классификация. Примеры.

11. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения. Время полного превращения твердого. Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии.
12. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.
13. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения
14. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.
15. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего в кинетической, области.
16. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внутридиффузионной области
17. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внешнедиффузионной области.
18. Каталитические процессы. Катализаторы. Требования, предъявляемые к катализаторам.
19. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Основные стадии. Математическое описание процесса. Наблюдаема скорость процесса.
20. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Наблюдаема скорость процесса. Наблюдаемый коэффициент. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения
21. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле.
22. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Степень использования внутренней поверхности катализатора. Режимы протекания процесса
23. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Влияние

- температуры и размера зерен катализатора на наблюдаемую скорость процесса и степень использования внутренней поверхности катализатора
24. Тепловые явления на непористом зерне катализатора
  25. Тепловые явления на пористом зерне катализатора
  26. Гетерогенный процесс газ-жидкость. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Способы интенсификации.
  27. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа реакторов в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания. Функциональные элементы реактора. Этапы построения математической модели реактора.
  28. Построение модели периодического реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения от времени для простых реакций.
  29. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
  30. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции
  31. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения и периодических реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для простых реакций.
  32. Построение модели реактора идеального вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
  33. Построение модели реактора идеального вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
  34. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Неизотермические процессы в непрерывных реакторах смешения.

35. Построение модели реактора идеального вытеснения. Неизотермические процессы в реакторе идеального вытеснения и периодическом реакторе идеального смешения.
36. Сравнение непрерывных процессов в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций
37. Каскад реакторов идеального смешения. Аналитический и графический методы расчета каскада реакторов
38. Сравнение эффективности работы единичного реактора смешения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов идеального смешения при проведении в них простых и сложных реакций
39. Сравнение эффективности работы единичного реактора вытеснения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов идеального вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций.
40. Виды связей в ХТС и их назначение.
41. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
42. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС.
43. Свойства ХТС
44. Синтез ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы окисления аммиака, абсорбции диоксида азота. Решение концепций полного использования сырья, эффективного использования энергоресурсов, минимизации отходов, эффективного использования оборудования.
45. Концепции синтеза ХТС и пути их решения.
46. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы абсорбции триоксида серы. Решение концепций минимизации отходов.
47. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья. Решение концепций полного использования сырья.
48. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы каталитического окисления диоксида серы. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.
49. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.
50. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения синтеза аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.
51. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы окисления аммиака. Решение концепций полного использования сырья.

52. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы абсорбции диоксида азота. Решение концепции эффективного использования энергоресурсов.
53. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Решение концепций минимизации отходов и эффективного использования оборудования.
54. Синтез системы разделения (ректификация) многокомпонентной смеси.
55. Синтез технологической схемы теплообмена между несколькими потоками.
56. Синтез технологической системы реакторов (последовательное и параллельное соединение реакторов идеального смешения и вытеснения для простых и сложных реакций).
57. Производство серной кислоты. Устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры. Пути интенсификации сернокислотного производства. Технологическая схема ДК/ДА в производстве  $H_2SO_4$  контактным методом, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.
58. Технологическая схема производства аммиака, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.
59. Производство азотной кислоты. Окисление аммиака и окислов азота. Хемосорбция окислов азота. Физико-химические основы технологических процессов.
60. Энерготехнологическая система производства разбавленной  $HNO_3$  под давлением 7,3 атм, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.
61. Производство стирола. Химическая и функциональная схемы.
62. Производство стирола. Физико-химические основы и технологическая схема дегидрирования этилбензола.
63. Производство стирола. Физико-химические основы и технологическая схема выделения стирола из продуктов дегидрирования.
64. Производство стирола. Физико-химическое обоснование и технологическая схема энерготехнологической системы.
65. Современные тенденции в развитии химической технологии. Перспективные источники сырья и энергии.
66. Современные тенденции в развитии химической технологии. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов.
67. Наилучшие доступные технологии.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

**Экзамен** по дисциплине «*Общая химическая технология*» проводится в **7-ом** семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из **3** вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

|  |  |
|--|--|
| «Утверждаю»<br>заведующий кафедрой<br>ОХТ<br>_____ В.Н. Грунский<br>«__» _____ 2021 г.   | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                             |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |
|  | <b>Кафедра <i>Общей химической технологии</i></b>                              |
|  | <b><i>19.03.01 Биотехнология</i></b>   |
|  | <b>Дисциплина: <i>Общая химическая технология</i></b>                          |
| <b>Билет № 1</b>   |  |
| 1. Химический процесс. Определение. Технологические показатели эффективности химического процесса.   |  |
| 2. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа реакторов в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания. Функциональные элементы реакторов. Принципы построения математической модели. |  |
| 3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и функциональная схемы. Физико- химические основы абсорбции триоксида серы. Реализация концепции минимизации отходов  |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов. – М.: ИКЦ "Академкнига". 2005. – 452 с. (**базовый учебник**)
2. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС: учебник / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампиди, В.Г. Иванов, Э.В. Чиркунов; под редакцией Х.Э. Харлампиди. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1479-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/45973>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Игнатенков В.И., Федосеев А.П., Ванчури́н В.И., Сучкова Е.В., Давидханова М.Г., Семенов Г.М., Тарасенко Т.А., Вяткин Ю.Л., Дубко А.И. Общая химическая технология. Химические процессы и реакторы. Лабораторный практикум. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. – 108 с.
4. Семенов Г.М., Вяткин Ю.Л., Давидханова М.Г., Ванчури́н В.И., Грунский В.Н., Игнатенков В.И., Сучкова Е.В., Тарасенко Т.А., Федосеев А.П. Общая химическая технология. Химико-технологические системы. Лабораторный практикум. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 112 с.

#### Б. Дополнительная литература

1. Игнатенков В.И., Бесков В.С. Примеры и задачи по общей химической технологии: учебное пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига». 2005. – 198 с.
2. Ванчури́н В.И., Игнатенков В.И., Тарасенко Т.А. Химические процессы и реакторы. Сборник задач: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 68с.
3. Ванчури́н В.И., Грунский В.Н. Гетерогенные каталитические процессы в примерах и задачах. Ч.1 – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. – 32 с.
4. Ванчури́н В.И., Грунский В.Н., Комарова А.Д., Гаспарян М.Д. Технологические расчёты в курсе Общей химической технологии. Материальный баланс химико-технологической системы. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2019. – 60 с.

5. Бесков В. С., Ванчурин В. И., Игнатенков В. И. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч.1.: методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2011. – 83 с.

6. Ванчурин В.И., Игнатенков В.И., Игнатенкова В.В., Сучкова Е.В. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч.2.: методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. – 64 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X

## 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 штук, (общее число слайдов – 595);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

- электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
- корпоративная электронная почта;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по

основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Общая химическая технология*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, компьютерный зал для проведения лабораторного практикума с 14 рабочими местами и 14 персональными компьютерами.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Презентации лекционного материала.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п/п | Наименование программного продукта                                     | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---------------------|--|
| 1     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | 14                  | бессрочно  |
| 2     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 14                  | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование модулей   | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|--|---|--|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Химическая технология и химическое производство</p>        | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитать основные характеристики химического процесса;</li> <li>- оценить технологическую эффективность производства.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа эффективности работы химических производств.</li> </ul>          | <p>Оценка за экзамен</p>   |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Теоретические основы химических процессов и реакторов.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории химических процессов и реакторов;</li> <li>- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;</li> <li>- основные реакционные процессы и реакторы химической технологии.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные характеристики химического процесса;</li> <li>- выбирать эффективный тип реактора;</li> <li>- определять параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;</li> <li>- методами выбора химических реакторов.</li> </ul>   |  |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС).</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать рациональную схему производства заданного продукта.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей.</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за экзамен</p>   |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/>Промышленные химические производства</p>                               | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные химические производства.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать рациональную схему производства заданного продукта;</li> <li>- оценивать технологическую эффективность производства.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа эффективности работы химических производств.</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу № 3</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
| <p><b>Раздел 5.</b><br/>Современные тенденции в развитии химической технологии</p>             | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производств;</li> <li>- основные химические производства.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать рациональную схему производства заданного продукта;</li> <li>- оценивать технологическую эффективность производства.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа эффективности работы химических производств.</li> </ul> | <p>Оценка за экзамен</p>   |



### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Общая химическая технология»**

**основной образовательной программы**  
**19.03.01 Биотехнология**

Форма обучения: *очная*

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                  |
|----------------------------|---------------------------------|--|
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ  
ПРОЦЕССАМИ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена:

ассистентом кафедры ОХТ, Дубко А.И.

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Золотухиным С.Е.

старшим преподавателем кафедры ОХТ, Сальниковой О.Ю.

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Харитоновым Н.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Общей химической технологии «17» мая 2021 г., протокол № 12.

---

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Общей химической технологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение *одного* семестра.

Дисциплина **«Системы управления химико-технологическими процессами»** относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, процессов и аппаратов химической технологии, общей химической технологии.

**Цель дисциплины** – дать базовые знания по теории систем управления химико-технологическими процессами (СУ ХТП), привить навыки и умения анализа свойств ХТП, как объектов управления и практического применения технических средств управления.

### **Задачи дисциплины:**

– ознакомление с основными понятиями теории автоматического управления технологическими процессами;

– развитие представлений о современных методах анализа статических и динамических характеристик химико-технологического процесса как объекта управления;

– ознакомление со структурами и функциями систем автоматического управления, методами и законами управления ХТП;

– развитие способностей к анализу и синтезу систем автоматического управления ХТП;

– изучение структур и функций систем автоматического управления, методов и законов управления ХТП;

– ознакомления с методами анализа и синтеза систем автоматического управления ХТП и прогнозирования качества их функционирования;

– ознакомления с основными типами функциональных устройств информационно-измерительных систем ХТП;

– изучение автоматических информационно-измерительных систем ХТП, методов и средств диагностики и контроля, анализа точности и надёжности их работы;

– изучение основ проектирования автоматических систем управления ХТП;

– приобретения умения грамотно ставить задачи управления ХТП.

Дисциплина **«Системы управления химико-технологическими процессами»** преподаётся в **8-ом** семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.



## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Системы управления химико-технологическими процессами»** при подготовке бакалавров по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** направлено на приобретение следующих **общепрофессиональных** компетенций:

– способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основные понятия теории управления;
- статические и динамические характеристики объектов управления;
- основные виды систем автоматического управления (САУ) и законы регулирования;
- типовые САУ в химической промышленности;
- методы и средства измерения основных технологических параметров;
- устойчивость САУ;
- основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.

*Уметь:*

- определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;
- выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;
- оценивать устойчивость САУ;
- выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.

*Владеть:*

- методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |            |            |
|--|------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ               | Акад . ч.  | Астр .ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>5</b>         | <b>180</b> | <b>135</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b>      | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции   | 0,433            | 16         | 12         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,433            | 16         | 12         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,433            | 16         | 12         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,67</b>      | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,67             | 96         | 72         |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                  |            |            |
| Экзамен  | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1                | 0,4        | 0,3        |
| Подготовка к экзамену                          |                  | 35,6       | 26,7       |
| <b>Вид итогового контроля</b>                  | <b>экзамен</b>   |            |            |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины  | Академ. часов |           |           |           |           |
|-------|--|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|       |  | Всего         | Лек       | ПЗ        | ЛР        | СР        |
| 1.    | Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.                            | 20            | 3         | 2         | 2         | 12        |
| 2.    | Раздел 2. Основы теории автоматического управления.  | 44            | 8         | 8         | 4         | 24        |
| 3.    | Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.                     | 38            | 3         | 2         | 4         | 28        |
| 4.    | Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами. | 42            | 2         | 4         | 6         | 32        |
|       | <b>ИТОГО</b>   | <b>144</b>    | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>96</b> |
|       | Экзамен  | 36            |           |           |           |           |
|       | <b>ИТОГО</b>   | <b>180</b>    |           |           |           |           |

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

##### **Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.**

Значение автоматического управления для развития химической промышленности. Особенности управления химическим предприятием и химико-технологическим процессом. Технико-экономический эффект внедрения автоматизированных систем управления. Роль систем управления в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды. Основные термины и определения. Иерархия управления. Основные принципы управления. Классификация систем управления. Функциональная структура САУ. Показатели качества управления.

##### **Раздел 2. Основы теории автоматического управления.**

Математические модели САУ. Динамические характеристики САУ. Использование операционного исчисления для анализа САУ. Типовые динамические звенья. Временные и частотные характеристики. Эквивалентные преобразования структурных схем. Устойчивость линейных САУ с обратной связью. Классификация и основные свойства объектов управления. Методы определения свойств объектов управления. Основные законы регулирования. Регуляторы на основе искусственных нейронных сетей. Цифровые и робастные системы управления. Выбор закона регулирования и определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.

##### **Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.**

Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Основные термины и определения метрологии. Методы измерений. Средства измерительной техники, их статические и динамические свойства. Погрешности измерений. Способы передачи информации на расстояние. Организация дистанционной диагностики ХТП. Измерение основных технологических параметров: давления, температуры, расхода и количества, уровня жидкости и сыпучих материалов, состава и физико-химических свойств веществ.

##### **Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.**

Особенности управления ХТП. Регулирование основных технологических параметров: расхода, давления, температуры, уровня, рН. Технические средства САУ. Основные разновидности управляющих устройств. Типы, характеристики и расчёт исполнительных механизмов и регулирующих органов. Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий. Стандарты и условные обозначения для технологических схем. Основные сведения об АСУ ТП в химической промышленности. Примеры АСУ ТП в химической промышленности. Основные выводы по курсу. Современные тенденции в развитии СУ ХТП.

**5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

| №               | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 |
|-----------------|---|----------|----------|----------|----------|
| <b>Знать:</b>   |   |          |          |          |          |
| 1               | основные понятия теории управления;   | +        | +        | +        | +        |
| 2               | статические и динамические характеристики объектов управления;  | +        | +        | +        | +        |
| 3               | основные виды САУ и законы регулирования;   | +        | +        |          | +        |
| 4               | типовые САУ в химической промышленности;  | +        | +        | +        | +        |
| 5               | методы и средства измерения основных технологических параметров;  |          |          | +        | +        |
| 6               | устойчивость САУ;   | +        | +        |          | +        |
| 7               | основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления. | +        | +        |          | +        |
| <b>Уметь:</b>   |   |          |          |          |          |
| 8               | определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;  | +        | +        | +        | +        |
| 9               | выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;  | +        | +        | +        | +        |
| 10              | оценивать устойчивость САУ;   | +        | +        |          | +        |
| 11              | выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.  |          |          | +        | +        |
| <b>Владеть:</b> |   |          |          |          |          |

|    |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|
| 12 | методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии. | + | + | + | + |
|----|---|---|---|---|---|

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные</i> компетенции: |   |   |   |   |   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции:</b>  |   |   |   |   |   |
| 13  | способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2). | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1, 2                 | Динамические свойства объектов управления. Модели устойчивых (апериодических, колебательных), нейтральных и неустойчивых объектов управления.                               | 3    |
| 2     | 1, 2                 | Определение параметров математической модели по переходной характеристике объекта управления.   | 3    |
| 3     | 2, 4                 | Структурные схемы. Типовые соединения динамических звеньев. Эквивалентные преобразования структурных схем.  | 3    |
| 4     | 2, 4                 | Устойчивость линейных САУ с обратной связью. Критерии устойчивости САУ. Расчёт САУ на устойчивость.   | 4    |
| 5     | 2, 4                 | Выбор закона регулирования, исходя из свойств объекта управления и требований к качеству управления. Определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов. | 3    |

## 6.2 Лабораторные занятия

В практикум входит 3 работы из 4, указанных в таблице. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет **30** баллов (максимально по **10** баллов за каждую работу).

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ  |
|-------|----------------------|--|
| 1     | 1, 2, 3, 4           | Статические и динамические характеристики системы регулирования. Настройка системы автоматического регулирования расхода с применением ПИД-регулятора. |
| 2     | 1, 2, 3, 4           | Системы релейного регулирования уровня.  |
| 3     | 1, 2, 3, 4           | Создание системы регулирования давления на базе измерителя-регулятора ОВЕН ТРМ210 и SCADA-системы TRACE MODE.  |
| 4     | 1, 2, 3, 4           | Настройки цифрового регулятора температуры ТЕРМОДАТ 25К5 применительно к системам регулирования температуры.   |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение лекционного материала и учебника по дисциплине;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче *экзамена* и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка **30** баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка **30** баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка **40** баллов).

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **3** контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет **10** баллов за каждую контрольную работу.

**Раздел 2. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 4 балла за первый вопрос, по 3 балла за второй и третий вопросы.**

1. Концентрация продукта реакции на выходе из реактора с мешалкой ( $c$ , моль/м<sup>3</sup>) зависит от расхода подаваемого в реактор реагента ( $F$ , кг/мин) в соответствии с уравнением:

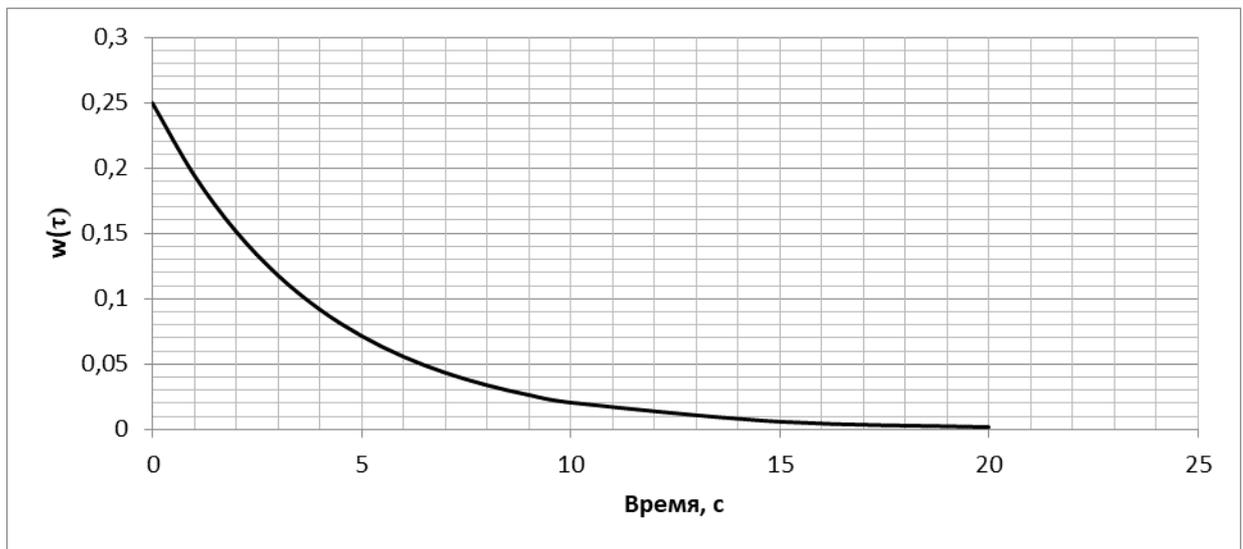
$$3 \frac{dc(\tau)}{d\tau} + c(\tau) = F(\tau - 2)$$

где постоянная времени и время запаздывания даны в минутах.

Определите, как будет меняться концентрация продукта ( $c$ ), после ступенчатого изменения расхода реагента от 3 кг/мин до 5 кг/мин, если перед этим реактор находился в статическом режиме ( $c_0$  найти из уравнения статики). Нарисуйте соответствующую кривую отклика.

При решении необходимо преобразовать исходное уравнение к уравнению в отклонениях от первоначального статического режима, сделав тем самым начальные условия нулевыми, и решить его с помощью преобразования Лапласа.

2. Импульсная переходная характеристика статического звена первого порядка изображена на рисунке:



Найдите параметры передаточной функции этого звена,  
 Найдите отклик полученного звена на входное воздействие  $x=2\tau \cdot 1(\tau)$  и изобразите его графически.

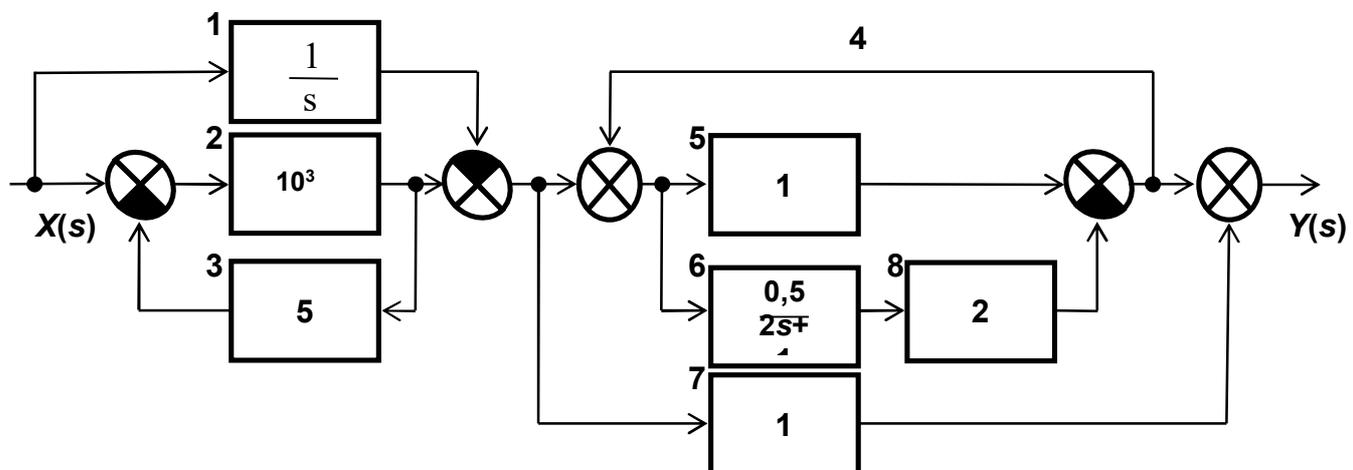
3. Дана передаточная функция объекта:

$$W(s) = \frac{1}{3s}$$

Определите, какому типовому динамическому звену соответствует объект. Получите переходную функцию звена и нарисуйте соответствующую кривую разгона. Найдите отклик звена на входное воздействие  $x=3\tau \cdot 1(\tau)$ .

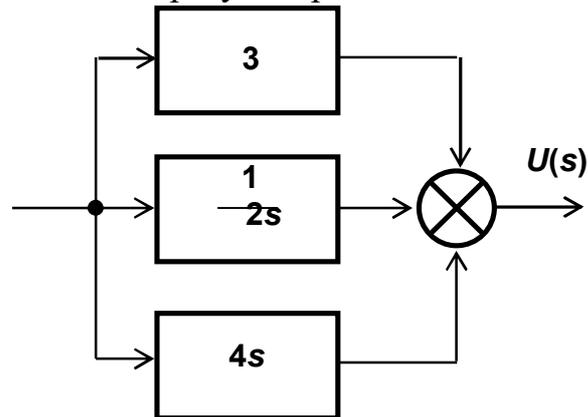
**Раздел 2. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 5 баллов за первый вопрос, 3 балла за второй вопрос, 2 балла за третий вопрос.**

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.



Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

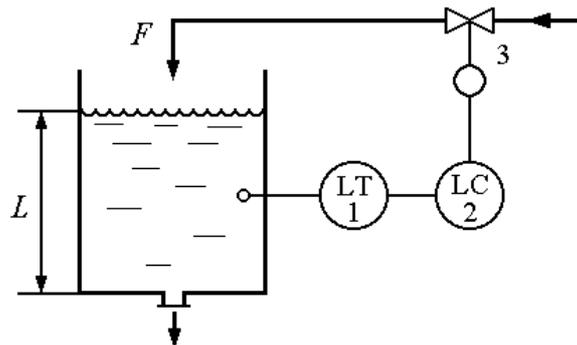
3. Идеальное интегрирующее звено. Пример. Передаточная функция идеального интегрирующего звена.

**Раздел 2. Пример контрольной работы № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос.**

Для напорного бака при небольших изменениях уровня справедлива зависимость, связывающая уровень жидкости в баке и расход на линии притока в бак:

$$2 \frac{dL}{d\tau} + L = 1,6 F$$

где  $L$ , м – уровень жидкости в напорном баке;  $F$ , м<sup>3</sup>/мин – приток жидкости в напорный бак.



Уровень в напорном баке регулируется изменением притока. В систему автоматического регулирования входят: напорный бак, датчик уровня 1, регулятор 2, исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном). Измерительный прибор и исполнительное устройство имеют передаточные функции  $W_1(s) = \frac{1}{0,1s + 1}$ ,

$$W_3(s) = \frac{5}{0,5s + 1}$$

Регулятор 2 формирует пропорциональный закон регулирования.

Постоянная времени в уравнении и передаточных функциях дана в минутах.

- 1) Определите, как будет меняться уровень  $L(\tau)$ , если в момент, когда напорный бак находился в статическом режиме, а регулятор уровня был отключён, произошло ступенчатое изменение расхода  $F$  на линии притока от 2,0 м<sup>3</sup>/мин до 2,2 м<sup>3</sup>/мин.
- 2) Определите коэффициент усиления регулятора, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 40%.

## 8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Билет для *экзамена* включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит **3** вопроса. Первый вопрос – **10** баллов, второй вопрос – **15** баллов, третий вопрос – **15** баллов.

1. Понятие типового динамического звена. Применение звеньев. Основные типы звеньев и их характеристики.
2. Использование преобразования Лапласа при рассмотрении систем автоматического регулирования (примеры).
3. Передаточные функции. Их получение и использование.
4. Частотная передаточная функция. Применение, примеры.
5. Передаточные функции типовых комбинаций звеньев.
6. Изменение свойств динамического звена с помощью обратной связи (примеры).
7. Получение временных характеристик объекта экспериментально и из его дифференциального уравнения, их использование.
8. Частотные характеристики звеньев.
9. Исследование систем управления с помощью частотных характеристик.
10. Статические звенья нулевого и первого порядка, их характеристики, примеры.
11. Статические звенья второго порядка: уравнение, характеристики, основные свойства.
12. Идеальное интегрирующее звено: уравнение, характеристики, основные свойства.
13. Звено запаздывания: уравнение, характеристики, примеры.
14. Дифференцирующие звенья: уравнение, характеристики, основные свойства.
15. Устойчивость систем автоматического регулирования.
16. Предельное усиление регулятора и обеспечение запаса устойчивости.
17. Определение устойчивости систем автоматического регулирования с помощью частотного критерия устойчивости Найквиста.

18. Определение параметров настройки регулятора с помощью частотного критерия устойчивости Найквиста.
19. Статические, нейтральные и неустойчивые объекты регулирования.
20. Самовыравнивание объектов регулирования: характеристики, примеры.
21. Объекты регулирования с сосредоточенными параметрами и с распределёнными параметрами. Особенности регулирования объектов с распределёнными параметрами.
22. Выбор закона действия регулятора и параметров его настройки в зависимости от свойств объекта регулирования.
23. Влияние свойств объекта регулирования: на выбор структуры системы регулирования; на выбор закона действия регулятора; на качество регулирования.
24. Основные линейные законы регулирования: уравнения, основные свойства, примеры.
25. Классификация и особенности законов регулирования.
26. Пропорциональный закон регулирования: уравнение, основные свойства, характеристики.
27. Пропорциональный и пропорционально-дифференциальный законы регулирования: уравнения, характеристики, основные свойства.
28. Интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
29. Пропорционально-интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
30. Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
31. Регулирование с предварением. Пропорционально-дифференциальный и пропорционально-интегрально-дифференциальный законы регулирования.
32. Основные методы измерения: их особенности, достоинства, недостатки, примеры.
33. Компенсационный метод измерения (на примере электрических измерений).
34. Структурная схема измерительной системы (устройства). Функции приборов автоматического контроля.
35. Структурные схемы цифрового измерительного устройства и измерительного канала информационно-измерительной системы.
36. Статические свойства измерительных приборов.
37. Статические и динамические свойства средств измерения и других элементов САР, их влияние на качество регулирования.
38. Переходные характеристики средств измерения.
39. Погрешности измерений.
40. Измерение электрического сопротивления как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.
41. Измерение электрического напряжения как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.

42. Измерительные преобразователи. Структура и надёжность измерительных преобразователей.
43. Классификация приборов для измерения температуры.
44. Погрешности измерения температуры контактными и бесконтактными методами.
45. Термоэлектрические термометры.
46. Термоэлектрические термометры и термометры сопротивления.
47. Измерение температуры с помощью термоэлектрических преобразователей (термопар).
48. Измерение температуры с помощью манометрических термометров и термометров расширения.
49. Измерение температуры бесконтактным методом.
50. Термометры излучения.
51. Основные конструкции приборов для измерения давления. Защита манометров от воздействия агрессивных, горячих и загрязнённых сред.
52. Измерение расхода газов и жидкостей. Расходомеры переменного и постоянного перепада давления.
53. Измерение расхода газов и жидкостей. Электромагнитный, ультразвуковой, вихревой и кориолисов расходомеры.
54. Измерение расхода газов и жидкостей на основе тепловых явлений.
55. Объёмные счётчики газа и жидкости.
56. Измерение уровня жидкости. Гидростатические, ёмкостные, ультразвуковые уровнемеры.
57. Термокондуктометрический и термохимический газоанализаторы.
58. Термомагнитный газоанализатор.
59. Газоанализаторы инфракрасного поглощения.
60. Назначение, цели и функции систем управления химико-технологическими процессами.
61. Особенности управления химико-технологическими процессами. Основные типы систем автоматического регулирования.
62. Классификация регуляторов по различным признакам.
63. Классификация систем автоматического управления по различным признакам.
64. Системы автоматического управления без обратной связи и с обратной связью. Комбинированные системы управления.
65. Регулирование без обратной связи (регулирование по возмущающему воздействию).
66. Одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования.
67. Многоконтурные системы автоматического регулирования (системы каскадного и связанного регулирования).
68. Функциональная структура системы автоматического регулирования.
69. Критерии (показатели) качества регулирования.
70. Исполнительные устройства САР.

71. Исполнительные механизмы систем автоматического регулирования.
72. Регулирующие органы САР: конструкция, характеристики, свойства.
73. Классификация и характеристики регулирующих органов САР.
74. SCADA-системы: назначение, основные задачи, возможности.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

**Экзамен** по дисциплине **«Системы управления химико-технологическими процессами»** проводится в **8-ом** семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из **3** вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

|  |   |
|--|---|
| <i>«Утверждаю»</i><br>заведующий кафедрой<br>ОХТ<br><br>_____ В.Н. Грунский<br><br>«__» _____ 2021 г.        | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                              |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b>  |
|  | <b>Кафедра <i>Общей химической технологии</i></b>                               |
|  | <b><i>19.03.01 Биотехнология</i></b>  |
|  | <b><i>Дисциплина: Системы управления химико-технологическими процессами</i></b> |
| <b>Билет № 1</b>   |   |
| 1. Понятие типового динамического звена. Применение звеньев. Основные типы звеньев и их характеристики.      |   |
| 2. Измерение электрического напряжения как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса. |   |
| 3. Функциональная структура системы автоматического регулирования.   |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Системы управления химико-технологическими процессами. Учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 690 с. (**базовый учебник**)
2. Беспалов А.В., Грунский В.Н., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами: иллюстративные материалы. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 76 с.

#### Б. Дополнительная литература

1. Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами. Учебное пособие для вузов. М: ИКЦ «Академкнига», 2005. 307 с.
2. Беспалов А. В., Харитонов Н. И., Золотухин С. Е., Финякин Л. Н., Садиленко А. С., Грунский В. Н. Динамические звенья. Частотные характеристики. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2003. 84 с.
3. Беспалов А. В., Харитонов Н. И., Золотухин С. Е., Финякин Л. Н., Садиленко А. С., Грунский В. Н. Динамические звенья. Временные характеристики. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2002. 80 с.
4. Дорф Р. К., Бишоп З. Х. Современные системы управления/ Пер. с английского Б. И. Копылова. М.: Бином, 2012. 832 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X

## 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов – 154);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

- электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
- корпоративная электронная почта;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по

основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Системы управления химико-технологическими процессами*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная меловой доской и учебной мебелью, компьютерный зал для проведения лабораторного практикума с 7 рабочими местами, 7 персональными компьютерами и 7 стендами по регулированию и измерению основных технологических параметров (давление, уровень, расход, температура).

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Презентации лекционного материала.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

**11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п/п | Наименование программного продукта                                     | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---------------------|--|
| 1     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | 8                   | бессрочно  |
| 2     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 8                   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

|   |                          |                                 |   |            |
|---|--------------------------|---------------------------------|---|------------|
| 3 | Trace Mode 6             | ПО находится в открытом доступе | 7 | бессрочная |
| 4 | Microsoft WhiteBoard 3.0 | ПО находится в открытом доступе | 1 | бессрочная |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки                                 |
|---|--|--|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Основные понятия управления химико-технологическими процессами.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия теории управления;</li> <li>– статические и динамические характеристики объектов управления;</li> <li>– основные виды САУ и законы регулирования;</li> <li>– типовые САУ в химической промышленности;</li> <li>– устойчивость САУ;</li> <li>– основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;</li> <li>– выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;</li> <li>– оценивать устойчивость САУ.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального</li> </ul> | <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | управления процессами химической технологии.  |  |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/> <b>Основы теории автоматического управления.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия теории управления;</li> <li>– статические и динамические характеристики объектов управления;</li> <li>– основные виды САУ и законы регулирования;</li> <li>– типовые САУ в химической промышленности;</li> <li>– устойчивость САУ;</li> <li>– основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;</li> <li>– выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;</li> <li>– оценивать устойчивость САУ.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольные работы № 1, 2, 3</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.</p>                     | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия теории управления;</li> <li>– статические и динамические характеристики объектов управления;</li> <li>– типовые САУ в химической промышленности;</li> <li>– методы и средства измерения основных технологических параметров.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;</li> <li>– выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;</li> <li>– выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.</li> </ul> | <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/>Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия теории управления;</li> <li>– статические и динамические характеристики объектов управления;</li> <li>– основные виды САУ и законы регулирования;</li> <li>– типовые САУ в химической промышленности;</li> <li>– методы и средства измерения основных технологических параметров;</li> <li>– устойчивость САУ;</li> <li>– основные понятия о нелинейных САУ, релейных</li> </ul>   | <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;</li> <li>– выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;</li> <li>– оценивать устойчивость САУ;</li> <li>– выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.</li> </ul> |  |
|--|--|--|

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Системы управления химико-технологическими процессами»**

**основной образовательной программы  
19.03.01 Биотехнология**

Форма обучения: *очная*

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                    |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|
|                                   |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__от<br>«__»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Правоведение»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**  
(Код и наименование направления подготовки)

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**  
(Наименование профиля подготовки)

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена к.т.н., проф. кафедры социологии, психологии и права В.А. Желтовым, к.ю.н., доц. Д.В. Зорилэ, ст. преп. кафедры социологии, психологии и права Н.В. Плаксиной, ст. преп. кафедры социологии, психологии и права О.Ю. Украинцевым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры социологии, психологии и права 23 июня 2021 г., протокол №12

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Социологии, психологии и права РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Правоведение» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретические и практические знания базовых понятий о государстве и обществе, изучаемых в школьном курсе «Обществознание» и предшествующей гуманитарной дисциплине «История».

**Цель дисциплины** – овладение основами правовых знаний; формирование основ правовой культуры и правомерного поведения гражданина страны.

**Задачи дисциплины** – ознакомление с теориями и взглядами, выработанными юридической наукой в области конституционных, административных, гражданских, семейных, трудовых и иных отношений в различных сферах деятельности;

- изучение действующих нормативных правовых актов и практики их применения;
- формирование практических навыков по применению правовых норм, составлению документов и совершению юридически значимых действий в различных сферах деятельности.

Дисциплина «Правоведение» преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижений:**

### **Общекультурные компетенции**

ОК-4 – способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основы российской правовой системы и российского законодательства, основы организации и функционирования судебных и иных правоприменительных и правоохранительных органов;
- правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;
- правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;
- права и обязанности гражданина;

- основы трудового законодательства;
- основы хозяйственного права;
- основные направления антикоррупционной деятельности в РФ

*Уметь:*

- использовать этические и правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде, использовать права и свободы человека и гражданина при разработке социальных проектов;
- использовать и составлять нормативные и правовые документы, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;
- реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности.

*Владеть:*

- навыками применения законодательства при решении практических задач.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |           |           |
|--|------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>         | <b>72</b> | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,9</b>       | <b>32</b> | <b>24</b> |
| Лекции   | 0,45             | 16        | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | <b>0,45</b>      | <b>16</b> | <b>12</b> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,1</b>       | <b>40</b> | <b>30</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,1              | 0,2       | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 39,8      | 29,85     |
| <b>Вид контроля:</b>                           | <b>Зачет</b>     |           |           |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п     | Раздел дисциплины  | Академ. часов |            |             |             |
|-----------|--|---------------|------------|-------------|-------------|
|           |  | Всего         | Лекции     | Практ. зан. | Сам. работа |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Основы теории государства и права</b>   | <b>11,0</b>   | <b>3,0</b> | <b>3,0</b>  | <b>5,0</b>  |
| 1.1       | Основы теории государства  | 8,0           | 1,5        | 1,5         | 2,5         |
| 1.2       | Основы теории права  | 8,0           | 1,5        | 1,5         | 2,5         |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Отрасли публичного права</b>  | <b>25,0</b>   | <b>5,0</b> | <b>5,0</b>  | <b>15,0</b> |
| 2.1       | Основы конституционного права  | 3,0           | 0,5        | 0,5         | 2,0         |
| 2.2       | Основы административного права   | 5,0           | 1,0        | 1,0         | 3,0         |
| 2.3       | Основы уголовного права  | 4,0           | 1,0        | 1,0         | 2,0         |
| 2.4       | Коррупция как социальное и правовое явление в современном обществе                                 | 5,0           | 1,0        | 1,0         | 3,0         |
| 2.5       | Основы экологического права  | 4,5           | 1,0        | 1,0         | 2,5         |
| 2.6       | Нормативное правовое регулирование защиты информации. Правовые основы защиты государственной тайны | 3,5           | 0,5        | 0,5         | 2,5         |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. Отрасли частного права</b>  | <b>20,0</b>   | <b>5,0</b> | <b>5,0</b>  | <b>10,0</b> |

|              |   |             |             |             |             |
|--------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3.1          | Гражданское право: основные положения общей части   | 4,0         | 1,0         | 1,0         | 2,0         |
| 3.2          | Авторское и патентное право и правовая защита результатов интеллектуальной деятельности   | 4,0         | 1,0         | 1,0         | 2,0         |
| 3.3          | Основы хозяйственного (предпринимательского) права  | 4,0         | 1,0         | 1,0         | 2,0         |
| 3.4          | Основы семейного права  | 4,0         | 1,0         | 1,0         | 2,0         |
| 3.5          | Основы трудового права  | 4,0         | 1,0         | 1,0         | 2,0         |
| <b>4.</b>    | <b>Раздел 4. Особенности правового регулирования профессиональной деятельности в отдельных отраслях химической промышленности</b>       | <b>16,0</b> | <b>3,0</b>  | <b>3,0</b>  | <b>10,0</b> |
| 4.1          | Основы национальной безопасности, государственной политики и законодательство в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности | 5,0         | 1,0         | 1,0         | 3,0         |
| 4.2          | Особенности правового регулирования труда работников химической промышленности  | 5,0         | 1,0         | 1,0         | 3,0         |
| 4.3          | Нормативно-правовая база регулирования химической и нефтехимической отрасли в России  | 6,0         | 1,0         | 1,0         | 4,0         |
| <b>ВСЕГО</b> |   | <b>72,0</b> | <b>16,0</b> | <b>16,0</b> | <b>40,0</b> |

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Дисциплина «Правоведение в процессах химических производств и химической кибернетике» относится к вариативным дисциплинам профиля. Базируется на изучении школьного курса «Обществознание» и предшествующей гуманитарной дисциплины «История».

Курс рассматривает основные юридические термины и принципы, раскрывает основные теоретические представления о таких явлениях как государство и право. В процессе изучения курса студенты знакомятся с основными положениями ведущих отраслей российского права, а также основными положениями тех отраслей российского права, которые могут быть востребованы ими по профилю подготовки, а также в решении семейных и бытовых вопросов.

Предметом изучения данного курса являются знания о государстве и праве, законодательстве, с которым каждый гражданин сталкивается в жизни. При изучении дисциплины используются нормативные акты государства и подзаконные акты государственных органов, регулирующих экономическую, финансовую, управленческую деятельность государства и хозяйствующих субъектов.

#### **Раздел 1. Основы теории государства и права.**

**1.1. Основы теории государства.** Понятие и признаки государства. Формы государства. Функции государства. Взаимосвязь государства и права.

**1.2. Основы теории права.** Понятие и признаки права. Право и мораль. Правовая культура. Основные правовые системы современности. Понятие и виды источников права. Нормативный правовой акт как источник права. Определение закона и подзаконных актов. Действие нормативных правовых актов во времени. Обратная сила закона. Понятие правовых норм, их структура. Система права. Частное и публичное право. Материальное и процессуальное право. Правоотношение: объект, субъект и содержание правоотношений. Юридические факты. Пробелы законодательства.

## **Раздел 2. Отрасли публичного права.**

**2.1. Основы конституционного права.** Конституция – основной Закон Российской Федерации. Основы правового статуса человека и гражданина. Федеративное устройство Российской Федерации. Система государственных органов и принцип разделения властей в Российской Федерации. Президент Российской Федерации. Федеральное собрание Российской Федерации. Органы исполнительной власти Российской Федерации. Конституционные основы судебной системы. Правоохранительные органы. Понятие гражданства.

**2.2. Основы административного права.** Понятие и предмет административного права. Общая характеристика Кодекса РФ об административных правонарушениях. Административные правонарушения: понятие и признаки. Административная ответственность: понятие и принципы. Понятие, признаки и виды административных наказаний.

**2.3. Основы уголовного права.** Понятие и предмет уголовного права. Уголовная ответственность: понятие, основание возникновения. Понятие преступления: признаки, структура. Состав преступления. Соучастие в преступлении. Обстоятельства, исключающие преступность деяния. Понятие, цели и виды наказаний. Уголовная ответственность за совершение преступлений. Условное осуждение, освобождение от уголовной ответственности.

**2.4. Коррупция как социальное явление.** Термин и понятие «коррупция». Виды коррупции. Формы проявления коррупции. Нормативное определение коррупции. Причины распространения коррупции. Формы проявления коррупции. Формы коррупции-преступления. Формы коррупции-проступка. Формы политической коррупции. Нормативные правовые акты в сфере противодействия коррупции. Федеральный закон от 25.12.2008 № 273-ФЗ «О противодействии коррупции».

**2.5. Основы экологического права.** Экологическое право: понятие, предмет, методы и источники экологического права РФ. Правовое регулирование экологических правоотношений. Понятие, виды и структура экологических правонарушений, ответственность за их совершение.

**2.6. Нормативное правовое регулирование защиты информации и права граждан на защиту персональных данных. Правовые основы защиты государственной тайны.** Понятие информации. Общая характеристика законодательства о защите информации (№149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации»). Ответственность за нарушение законодательства о защите информации. Конфиденциальная информация: понятие, виды и защита. Защита персональных данных гражданина. Государственная тайна: понятие, защита, правовое регулирование государственной, служебной и иной информации. Правовые основы защиты государственной тайны.

## **Раздел 3. Отрасли частного права.**

**3.1. Гражданское право: основные положения общей части.** Понятие, предмет и метод гражданского права. Понятие гражданского правоотношения, его специфика. Структура гражданского правоотношения. Право-, дееспособность субъектов гражданского правоотношения. Граждане как субъекты гражданского права. Физические и юридические лица: понятие, признаки, классификация. Юридические факты, как основание возникновения гражданских правоотношений. Право собственности: понятие, структура. Правомочия собственника. Формы собственности. Обязательство: понятие, исполнение и обеспечение. Обязательства в гражданском праве и ответственность за их нарушение.

**3.2. Авторское и патентное право и правовая защита результатов интеллектуальной деятельности.** Понятие авторского права и смежных прав. Источники и система правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности. Исключительные права. Патентные права на изобретения, полезные модели и промышленные образцы. Ноу-хау и коммерческие секреты. Особенности защиты авторских прав и объектов

промышленной собственности. Правовые аспекты передачи технологий с целью их вовлечения в гражданский (хозяйственный) оборот.

**3.3. Основы хозяйственного (предпринимательского) права.** Понятие хозяйственного (предпринимательского) права как отрасли права, науки и учебной дисциплины. Предмет хозяйственного (предпринимательского) права, признаки, методы правового регулирования. Понятие хозяйственной и предпринимательской деятельности. Отграничение хозяйственного (предпринимательского) права от других отраслей права. Система хозяйственного (предпринимательского) права. Источники хозяйственного (предпринимательского) права. Структура хозяйственного (предпринимательского) законодательства. Законы и подзаконные акты как источники хозяйственного (предпринимательского) права.

**3.4. Основы семейного права.** Правовое регулирование семейных отношений. История семейного права. Заключение и прекращение брака. Права и обязанности родителей и детей. Осуществление родительских прав. Ответственность родителей за ненадлежащее воспитание детей. Алиментные обязательства. Формы воспитания детей, оставшихся без попечения родителей.

**3.5. Основы трудового права.** Предмет и метод трудового права. Трудовой договор: понятие, стороны, содержание. Заключение трудового договора. Основания для прекращения трудового договора. Рабочее время. Время отдыха. Трудовые споры. Дисциплина труда.

**Раздел 4. Особенности правового регулирования профессиональной деятельности в отдельных отраслях химической промышленности**

**4.1. Основы национальной безопасности, государственной политики и законодательство в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.** Цели, задачи, основные направления и инструменты реализации государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Нормы и правила в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности в РФ. Стандарты безопасности МАГАТЭ. Нормативно-правовая база Основ национальной безопасности с опорой на положения Конституции РФ, международных договоров РФ, федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Стандарты безопасности МАГАТЭ и их имплементация. Правовая ответственность за нарушения в области обеспечения безопасности ядерных объектов.

**4.2. Особенности правового регулирования труда работников химической промышленности.** Особенности заключения и содержания трудового договора с работниками химической промышленности. Правовое регулирование рабочего времени и времени отдыха работников химической промышленности. Особенности правового регулирования охраны труда работников химической промышленности. Система гарантий и компенсаций работникам химической промышленности.

**4.3. Нормативно-правовая база регулирования химической и нефтехимической отрасли в России.** Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ. Глава 21. Статья 147. Налоговый кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 146-ФЗ. Глава 26. Налог на добычу полезных ископаемых. Статьи № 334-345, содержащие сроки уплаты, объект налога, правила начисления налога на полезные ископаемые. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.05.2006 № 303 «О разграничении полномочий федеральных органов исполнительной власти в области обеспечения биологической и химической безопасности Российской Федерации». Постановление Госгортехнадзора России от 05.05.2003 № 29 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». Постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.06 2006 № 429 «О лицензировании эксплуатации химически опасных

производственных объектов».

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 |
|---|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
|   | <b>Знать:</b>   |             |             |             |             |
| 1 | – основы российской правовой системы и российского законодательства, основы организации и функционирования судебных и иных правоприменительных и правоохранительных органов;                              | +           | +           | +           | +           |
| 2 | – правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;   | +           | +           | +           | +           |
|   | – правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;   | +           | +           | +           | +           |
|   | – права и обязанности гражданина;   | +           | +           | +           | +           |
|   | – основы трудового законодательства;  | +           | +           | +           | +           |
|   | – основы хозяйственного права;  | +           | +           | +           | +           |
|   | – основные направления антикоррупционной деятельности в РФ  | +           | +           | +           | +           |
|   | <b>Уметь:</b>   |             |             |             |             |
| 3 | – использовать этические и правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде, использовать права и свободы человека и гражданина при разработке социальных проектов; | +           | +           | +           | +           |
| 4 | – использовать и составлять нормативные и правовые документы, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;                               | +           | +           | +           | +           |
|   | – реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности.   | +           | +           | +           | +           |
|   | <b>Владеть:</b>   |             |             |             |             |
| 5 | – навыками применения законодательства при решении практических задач.  | +           | +           | +           | +           |

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие (общекультурными) компетенции и индикаторы их достижения:

|   | <b>Код и наименование ОК</b>  | <b>Код и наименование индикатора достижения ОК</b>                                     |   |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|---|
| 7 | ОК-4 – способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности | ОК-4 – способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | Происхождение государства. Происхождение права.   | 1,5  |
| 2     | 1                    | Понятие и сущность государства и типология государства. Форма государства. Функции государства. Механизм государства.   | 1,5  |
| 3     | 2                    | Понятие, предмет, система конституционного права. Источники конституционного права. Основы конституционного строя. Конституционные основы гражданского общества. Понятие, содержание и принципы правового статуса личности. | 0,5  |
| 4     | 2                    | Основы административного и уголовного права в Российской Федерации. Коррупция как социальное и правовое явление в современном обществе  | 2    |
| 5     | 2                    | Основы экологического права. Правовое обеспечение информационной безопасности РФ  | 2,5  |
| 6     | 3                    | Основы гражданского права   | 1    |
| 7     | 3                    | Авторское право и защита интеллектуальной собственности. Хозяйственные правоотношения   | 2    |
| 8     | 3                    | Семейное и трудовое законодательство  | 2    |
| 9     | 4                    | Особенности правового регулирования профессиональной деятельности в отдельных отраслях химической промышленности  | 3    |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку и выполнение домашних заданий по различным темам курса;
- подготовку докладов по различным темам курса;
- подготовку к практическим занятиям,
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников,

представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение 3 контрольных работы (максимальная оценка за каждую работу 20 баллов), реферата/ доклада (максимальная оценка за 2 реферата 20 баллов), индивидуальных заданий (максимальная оценка 20 баллов). Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

1. Общество и государство, политическая власть. Роль и значение власти в обществе.
2. Государство и гражданское общество.
3. Правовое государство: понятие и признаки. Проблемы и пути формирования правового государства в России.
4. Правовое сознание. Правовая и политическая культура.
5. Субъекты публичного права. Государственные органы и должностные лица. Понятия компетенции и правомочий.
6. Понятие, основные признаки и виды юридической ответственности. Основание возникновения юридической ответственности.
7. Общая характеристика основ российского конституционного строя.
8. Международные стандарты прав и свобод человека. Гарантии реализации правового статуса человека и гражданина.
9. Судебная система: Конституционный Суд РФ; Верховный Суд РФ и общие суды, военные суды; Высший Арбитражный Суд РФ.
10. Правоохранительные органы: понятие и система.
11. Наследственное право.
12. Понятие, функции и принципы местного самоуправления в Российской Федерации. Органы местного самоуправления. Гарантии правомочий местного самоуправления.
13. Уголовная ответственность за преступления в сфере компьютерной информации.
14. Коррупция как социальное явление.
15. Типологизация коррупции как способ определения направлений борьбы с ней (против кого, в каких секторах, на каких уровнях).
16. Последствия коррупции для общества.
17. О дисциплине работников организаций, эксплуатирующих особо радиационно-опасные и ядерно-опасные производства и объекты в области использования атомной энергии на основе положений Устава согласно Федеральному Закону от 8 марта 2011 г. N 35-ФЗ.
18. Цели, задачи, основные направления и инструменты реализации государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу. Указ Президента Российской Федерации от 13 октября 2018 г. № 585.
19. Основные проблемы и тенденции в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации согласно Указу Президента Российской Федерации от 13 октября 2018 г. № 585.
20. Задачи в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации согласно Указу Президента Российской Федерации от 13 октября 2018 г. № 585.
21. Понятие и развитие культуры безопасности в организациях, осуществляющих эксплуатацию объектов использования атомной энергии.

22. Инструменты реализации Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу согласно Указу Президента Российской Федерации от 13 октября 2018 г. № 585.
23. Порядок взаимодействия органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и Госкорпорации "Росатом", согласно Указу Президента Российской Федерации от 13 октября 2018 г. № 585.
24. Технические регламенты (ТР), устанавливающие требования к химической продукции в РФ.
25. Процедура токсикологических исследований химических веществ на территории РФ.
26. Основные положения Соглашения по санитарным мерам от 11.12.2009 г., устанавливающие новые требования к ввозу и обращению продукции на территории России, Белоруссии, Казахстана от 11.12.2009 г.).
27. Основные положения Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
28. Совокупность основных критериев, определяющих работников химической промышленности как трудовую категорию.
29. Вредность и потенциальная опасность условий труда.
30. Специфика труда работников химической промышленности.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

### **Раздел 1 и Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

1. Понятие государства и права, их признаки.
2. Типы и формы государства.
3. Формы правления, государственного устройства, политического режима.
4. Функции права и сферы его применения.
5. Норма права, ее структура.
6. Формы (источники) права.
7. Закон и подзаконные акты. Конституция – основной закон государства и общества.
8. Понятие норм морали. Общие черты и отличие норм права и норм морали.
9. Понятие, признаки и состав правонарушения. Виды правонарушений.
10. Понятие основ правового статуса человека и гражданина и его принципы.
11. Гражданство Российской Федерации.
12. Система основных прав, свобод и обязанностей человека и гражданина.
13. Принцип разделения властей.
14. Основы конституционного статуса Президента РФ, его положение в системе органов государства. Порядок выборов и прекращения полномочий Президента РФ.
15. Основы конституционного статуса Федерального Собрания, его место в системе органов государства и структура Законодательный процесс.
16. Правительство Российской Федерации, его структура и полномочия.
17. Судебная система, её структура.
18. Понятие административного проступка. Основания и порядок привлечения к административной ответственности. Виды административной ответственности.
19. Понятие и задачи уголовного права. Уголовный закон и преступление как основные понятия уголовного права.
20. Понятие уголовной ответственности, ее основание.
21. Обстоятельства, исключающие общественную опасность и противоправность

- деяния.
22. Методы и задачи криминалистики.
  23. Экологическое право: понятие, предмет метод.
  24. Правовое регулирование экологических правоотношений.
  25. Понятие, виды и структура экологических правонарушений, ответственность за их совершение.
  26. Ответственность за нарушение законодательства о защите информации.
  27. Государственная тайна: понятие, защита, правовое регулирование государственной, служебной и иной информации.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 20 баллов (до 10 баллов за ответ на вопрос). Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос**

1. Юридические факты как основания возникновения, изменения и прекращения правовых отношений.
2. Понятие, законодательство и система гражданского права.
3. Физические и юридические лица, их правоспособность и дееспособность. Деликтоспособность.
4. Понятие и формы права собственности.
5. Формы правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности (РИД).
6. Интеллектуальная собственность.
7. Авторское право.
8. Патентное право.
9. Права на средства индивидуализации. Товарные знаки.
10. Правовая охрана программ для ЭВМ и баз данных.
11. Служебные произведения.
12. Понятие трудового права.
13. Коллективный договор и соглашения.
14. Трудовой договор (контракт): понятие, стороны и содержание.
15. Понятие и виды рабочего времени, времени отдыха.
16. Дисциплина труда. Материальная ответственность.
17. Особенности регулирования труда женщин и молодежи.
18. Трудовые споры. Механизмы реализации и защиты трудовых прав граждан.
19. Понятие и принципы семейного права.
20. Понятие брака и семьи. Регистрация брака и условия его заключения.

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

1. Нормативно-правовая база регулирования химической и нефтехимической отрасли в России
2. Правовая ответственность за нарушения норм и правил в отраслях химической промышленности.
3. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
4. История возникновения, актуальность и значение атомного права в развитии атомной отрасли и обеспечения ЯРБ в РФ.
5. Источники права в российском атомном законодательстве.
6. Современные тенденции и основные направления развития атомного законодательства в Российской Федерации.
7. Международные договоры и Стандарты безопасности МАГАТЭ как

источники для имплементации в атомное законодательство РФ.

8. Подходы к решению проблем по ядерному наследию в ведущих ядерных державах.
9. Классификация правоотношений в области использования атомной энергии.
10. Нормативные правовые акты органов власти субъектов РФ как источники атомного законодательства.
11. Федеральные законы РФ как система источников атомного права.
12. Правовые акты Президента РФ, Правительства РФ, федеральных министерств и ведомств как источники законодательного регулирования атомной отрасли.
13. Структура Перечня федеральных норм и правил в области использования атомной энергии и соответствующие компетенции.
14. Система нормативных документов Российской Федерации в области использования атомной энергии.
15. Нормативные правовые акты исполнительных органов государственной власти субъектов РФ как источники атомного законодательства.
16. Особенности заключения и содержания трудового договора с работниками химической промышленности.
17. Категория «работник химической промышленности: критерии.
18. Система гарантий и компенсаций работникам химической промышленности.
19. Обеспечение режима труда и отдыха работников в соответствии с законодательством РФ (ТК РФ).

### **Примеры задач по различным темам курса, по 10 баллов за вопрос**

#### **Задача №1**

Граждане Д., Н. и О. решили создать общественное объединение. Для этого они обратились к ст. 30 Конституции РФ, которая закрепляет свободу деятельности общественных объединений.

*Основываясь на этом принципе, могут ли граждане Д., Н. и О. создать любое общественное объединение?*

#### **Задача №2**

Семья на своем автомобиле возвращались из поездки на дачу. Стремясь быстрее попасть домой, водитель проехал перекресток на красный сигнал светофора, при этом по неосторожности сбил пешехода, здоровью которого был причинен вред. В числе свидетелей правонарушения были и члены семьи водителя, которые отказалась давать показания.

*Можно ли привлечь их к уголовной ответственности за отказ от дачи показаний?*

#### **Задача №3**

Характеризуя судебную систему Российской Федерации, студентка Л. сказала, что суды общей юрисдикции рассматривают споры между гражданами, арбитражные суды рассматривают споры между гражданами и организациями, а Конституционный Суд РФ - споры между организациями.

*В чем ошиблась студентка Л. При подготовке своего ответа?*

#### **Задача №4**

Член регионального общественного экологического объединения «Зеленый мир» был исключен из него за то, что жестоко обращался со своей собакой и был уличен в незаконной охоте на уток в межсезонье. Он обратился в суд с заявлением об отмене решения о его исключении.

*Какое решение примет суд? Какие экологические обязанности имеются у граждан?*

### Задача №5

В результате выхода из строя давно подлежащих замене очистных сооружений завода большое количество жителей города обратились в медицинские учреждения с жалобами на ухудшение самочувствия. Прокуратура потребовала от руководства завода приостановления деятельности до устранения недостатков в системе очистки и направила в суд иски о компенсации морального вреда и возмещении затрат на лечение в интересах нескольких горожан.

Юридическим основанием исков было указано нарушение руководством заводом норм экологического законодательства. Ответчик исков не признал и пояснил, что здоровье граждан объектом экологического права не является, поэтому прокурором не доказано нарушение руководством завода каких-либо законодательных запретов.

*Относятся ли жизнь и здоровье граждан к объектам экологического права?*

### Задача №6

Зиновьева подала заявление в суд, в котором указала, что больше года от ее мужа нет известий, его место жительства ей не известно, и просила суд признать его безвестно отсутствующим.

*Как суду определить начало исчисления срока для признания безвестного отсутствия мужа Зиновьевой?*

### Задача №7

Организация заключила лицензионный договор с правообладателем исключительного права на художественный фильм, в соответствии с которым ей были переданы права на публичный показ этого фильма.

*Вправе ли организация произвести своего рода цензуру, «вырезав» из фильма сцены насилия, жестокости, чтобы показывать этот фильм более широкой зрительской аудитории (без учета возрастного ценза)?*

### Задача №8

Граждане И. и С. решили создать полное товарищество, но, получив отказ в государственной регистрации, обратились в суд с иском о признании недействительным решения об отказе в государственной регистрации товарищества. Государственный орган мотивировал свой отказ тем, что гражданин И. является индивидуальным предпринимателем, а С. нет.

*Кто может быть участниками полного товарищества? Какое решение вынесет суд? Можно ли в данном случае учредить товарищество на вере?*

### **Примерный перечень тем для составления исковых заявлений, по 10 баллов за вопрос**

1. Исковое заявление о разделе совместно нажитого имущества.
2. Исковое заявление о расторжении брака.
3. Исковое заявление о взыскании денежных средств по договору займа (расписке).
4. Исковое заявление о взыскании денежных средств за товар ненадлежащего качества.
5. Исковое заявление о взыскании денежных средств (туроператор уменьшил время пребывания на курорте).
6. Исковое заявление об установлении отцовства.
7. Исковое заявление о разделе наследственного имущества.
8. Исковое заявление об определении порядка общения с несовершеннолетними детьми.

9. Исковое заявление о лишении родительских прав.
10. Исковое заявление о взыскании страхового возмещения со страховой компании и свиновника ДТП.
11. Исковое заявление о взыскании денежных средств (зарботной платы) с работодателя.

**Примерный перечень тем для составления договоров, по 10 баллов за вопрос.**

1. Договор купли-продажи.
2. Договор простого товарищества (совместной деятельности).
3. Договор подряда.
4. Договор финансовой аренды (лизинга).
5. Лицензионный договор.
6. Договор дарения.
7. Договор аренды.
8. Договор найма жилого помещения.
9. Трудовой договор с должностным лицом предприятия.
10. Брачный договор.

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины:**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Балашов, А. И. Правоведение [Текст] : учебник для вузов / А. И. Балашов, Г. П. Рудаков.  
- 3-е изд., доп. и перераб. - СПб. и др. : Питер , 2008. - 459 с.
2. Правоведение : учебник / С.В. Барабанова, Ю.Н. Богданова, С.Б. Верещак [и др.] ; под редакцией С.В. Барабановой. — Москва : Прометей, 2018. — 390 с. — ISBN 978-5-907003-67-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121512> (дата обращения: 20.05.2019). — Режим доступа: доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Правоведение : учебное пособие / Н.Н. Парыгина, В.А. Рыбаков, Т.А. Солодовченко, Н.А. Темникова. — Омск :ОмГУ, 2018. — 116 с. — ISBN 978-5-7779-2272-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113877>(дата обращения: 20.05.2019) . — Режим доступа: доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.
2. Правоведение (актуальные проблемы методики расследования отдельных видов преступлений) [Текст]: практикум / Н. В. Брянцева. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016.  
– 56 с.: ил.; 3,26. –ISBN978-5-7237-1358-1.

#### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению индивидуальных заданий.

Научные журналы:

- Журнал «Advances in Law Studies» ISSN 2409-5087
- Журнал «Арбитражный и гражданский процесс» ISSN 1812-383X
- Журнал «Административное право и процесс» ISSN 2071-1166

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк контрольных и тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины по каждой теме (общее число заданий 150);
- банки заданий для текущего контроля освоения дисциплины по каждой теме – задачи, кроссворды (общее число заданий 120);

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Правоведение» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации

(компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

### 13.2. Учебно-наглядные пособия

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

### 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, проектор и экран; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии  | Возможность дистанционного использования |
|-------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---|--|
| 1     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | бессрочно           | Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах. | Нет                                      |
| 2.    | Microsoft Office Standard 2013       | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | бессрочная          | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.  | Нет                                      |

|    |   |                                       |  |  |     |
|----|---|---------------------------------------|--|--|-----|
| 3. | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. | Нет |
|----|---|---------------------------------------|--|--|-----|

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                           | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|---|---|
| Раздел 1.<br>Основы теории государства и права. | <p style="text-align: center;"><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы российской правовой системы и российского законодательства, основы организации и функционирования судебных и иных правоприменительных и правоохранительных органов;</li> <li>– правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правовыми нормами в профессиональной деятельности</li> </ul> | Оценка за индивидуальные задания, оценка за реферат, оценка за контрольную работу |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>Раздел 2.<br/>Отрасли<br/>публичного<br/>права.</p> | <p style="text-align: center;"><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы российской правовой системы и<br/>российского законодательства, основы<br/>организации и функционирования судебных<br/>и иных правоприменительных и<br/>правоохранительных органов;</li> <li>– правовые и нравственно-этические<br/>нормы в сфере профессиональной<br/>деятельности;</li> <li>– права и обязанности гражданина;</li> <li>– правовые нормы, регулирующие<br/>отношение человека к человеку, обществу,<br/>окружающей среде;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать этические и правовые<br/>нормы, регулирующие отношение человека<br/>к человеку, обществу, окружающей среде,<br/>использовать права и свободы человека и<br/>гражданина при разработке социальных<br/>проектов;</li> <li>– использовать и составлять нормативные<br/>и правовые документы, относящиеся к</li> </ul> | <p>Оценка за<br/>индивидуальные<br/>задания, оценка за<br/>контрольную<br/>работу</p> |
|  | <p>профессиональной деятельности,<br/>предпринимать необходимые меры к<br/>восстановлению нарушенных прав;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– реализовывать права и свободы человека<br/>и гражданина в различных сферах<br/>жизнедеятельности.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правовыми нормами в профессиональной<br/>деятельности.</li> </ul>   |   |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Раздел 3.<br/>Отрасли частного права.</p>   | <p style="text-align: center;"><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы российской правовой системы и российского законодательства, основы организации и функционирования судебных и иных правоприменительных и правоохранительных органов;</li> <li>– правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;</li> <li>– права и обязанности гражданина;</li> <li>– основы трудового законодательства;</li> <li>– правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать этические и правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде, использовать права и свободы человека и гражданина при разработке социальных проектов;</li> <li>– использовать и составлять нормативные и правовые документы, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;</li> <li>– реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основами хозяйственного права;</li> <li>– правовыми нормами в профессиональной деятельности.</li> </ul> | <p>Оценка за индивидуальные задания, оценка за реферат, оценка за контрольную работу</p> |
| <p>Раздел 4.<br/>Особенности правового регулирования профессиональной деятельности в отдельных отраслях химической</p> | <p style="text-align: center;"><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы правового регулирования и юридической ответственности в области использования атомной энергии, радиационной безопасности;</li> <li>– правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать правовые нормы в области</li> </ul>   | <p>Оценка за индивидуальные задания, оценка за контрольную работу</p>                    |

|                |  |  |
|----------------|--|--|
| промышленности | <p>обеспечения безопасности химических производств и ядерных объектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать и составлять нормативные и правовые документы, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;</li> <li>– реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правовыми нормами в регулировании профессиональной деятельности</li> </ul> |  |
|----------------|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Правоведение»

19.03.01 Биотехнология

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Биотехнология»

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения              |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № 1 от «__»_____Г. |
| 2.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № 2 от «__»_____Г. |
| 3.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета № 3 от «__»_____Г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теория вероятностей и математическая статистика»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва 2021 г.**

Программа составлена заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г.Рудаковской, доцентом кафедры высшей математики, к.п.н. О.В.Авериной, доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева «30» апреля 2021 г., протокол № 7

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина **«Теория вероятностей и математическая статистика»** относится к дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку, включающую основные понятия и методы, изучаемые в дисциплине **«Математика»**.

**Цель дисциплины** - формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и математических методов для описания различных химико-технологических процессов.

**Задачи дисциплины** - создание фундаментальной математической базы, а также развитию навыков математического мышления и использования их для решения практических задач.

Дисциплина **«Теория вероятностей и математическая статистика»** преподается в 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций:

2.1. Общепрофессиональные:

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

2.1. Профессиональные:

- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

**знать:**

- основы теории вероятностей и математической статистики;
- математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей;
- основы применения математических моделей и методов.

**уметь:**

- выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;
- использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;
- выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;
- использовать основные методы статистической обработки данных;
- применять математические знания на междисциплинарном уровне.

**владеть:**

- основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата;
- методами статистической обработки информации.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр      |            |
|--|-------------|------------|--------------|------------|
|  | 4           |            |              |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ           | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>    | <b>108</b> | <b>3</b>     | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b> | <b>48</b>  | <b>1,33</b>  | <b>48</b>  |
| Лекции   | 0,44        | 16         | 0,44         | 16         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89        | 32         | 0,89         | 32         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,67</b> | <b>60</b>  | <b>1,67</b>  | <b>60</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,2        |              | 0,2        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,67        | 59,8       | 1,67         | 59,8       |
| <b>Вид контроля - Зачет</b>                    |             | +          |              | +          |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>Зачет</b> |            |

| Вид учебной работы                             | Всего       |           | Семестр      |           |
|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
|  | 4           |           |              |           |
|  | ЗЕ          | Астр. ч.  | ЗЕ           | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>    | <b>81</b> | <b>3</b>     | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b> | <b>36</b> | <b>1,33</b>  | <b>36</b> |
| Лекции   | 0,44        | 12        | 0,44         | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89        | 24        | 0,89         | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,67</b> | <b>45</b> | <b>1,67</b>  | <b>45</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,15      |              | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,67        | 44,85     | 1,67         | 44,85     |
| <b>Вид контроля - Зачет</b>                    |             | +         |              | +         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |           | <b>Зачет</b> |           |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Разделы дисциплины  | Часов     |          |                              |                                    |
|----------|---|-----------|----------|------------------------------|------------------------------------|
|          |   | Всего     | Лекции   | Практи-<br>ческие<br>занятия | Самостоя<br>-<br>тельная<br>работа |
|          | <b>Раздел 1.<br/>Теория вероятностей.<br/>Случайные величины и их<br/>законы распределения.</b>   | <b>54</b> | <b>8</b> | <b>16</b>                    | <b>30</b>                          |
| 1.1      | Случайные события. Виды случайных событий. Алгебра событий. Классическое определение вероятности.   | 12        | 2        | 3                            | 7                                  |
| 1.2      | Теоремы сложения и умножения вероятностей. Условная вероятность. Теорема о полной вероятности. Формулы Байеса.  | 12        | 2        | 3                            | 7                                  |
| 1.3      | Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.   | 10        | 2        | 3                            | 5                                  |
| 1.4      | Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения. Математическое ожидание, дисперсия и среднеквадратическое отклонение. Биномиальное распределение.                                | 10        | 1        | 4                            | 5                                  |
| 1.5      | Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей и функция распределения случайной величины. Равномерный закон распределения, его параметры. Нормальный закон распределения, его параметры. | 10        | 1        | 3                            | 6                                  |
|          | <b>Раздел 2.<br/>Математическая статистика.</b>   | <b>54</b> | <b>8</b> | <b>16</b>                    | <b>30</b>                          |
| 2.1      | Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Статистический ряд выборочной совокупности. Интервальный статистический ряд. Полигон частот.                                     | 14        | 2        | 4                            | 8                                  |
| 2.2      | Точечные и интервальные статистические оценки параметров  | 14        | 2        | 4                            | 8                                  |

|     |  |            |           |           |           |
|-----|--|------------|-----------|-----------|-----------|
|     | распределения случайной величины.  |            |           |           |           |
| 2.3 | Проверка статистических гипотез: формулировка основной и конкурирующей гипотезы. Уровень значимости. Выбор критерия для проверки гипотезы.                   | 13         | 2         | 4         | 7         |
| 2.4 | Элементы теории корреляции. Коэффициент корреляции $r_{xy}$ и корреляционный момент $k_{xy}$ - их оценки по выборочным данным. Уравнения линейной регрессии. | 13         | 2         | 4         | 7         |
|     | <b>ИТОГО</b>   | <b>108</b> | <b>16</b> | <b>32</b> | <b>60</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.

- 1.1 Случайные, достоверные и невозможные события. Виды случайных событий: совместные и несовместные, противоположные события. Алгебра событий: сумма, произведение событий. Элементарные события (исходы). Классическое определение вероятности. Свойства вероятности случайного события.
- 1.2 Теоремы вероятностей: сложение вероятностей совместных и несовместных событий; произведения вероятностей зависимых и независимых событий. Условная вероятность. Теорема о полной вероятности. Формулы Байеса.
- 1.3 Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.
- 1.4 Случайная величина: определение виды случайных величин. Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения. Математическое ожидание, дисперсия и среднеквадратическое отклонение, и их свойства. Биномиальное распределение, закон Пуассона для дискретной случайной величины.
- 1.5 Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей и ее свойства, функция распределения этой случайной величины и ее свойства. Связь между этими функциями. Вероятность попадания непрерывной случайной величины на некоторый промежуток. Равномерный закон распределения, его параметры. Нормальный закон распределения, его параметры и формулы.

### Раздел 2. Математическая статистика.

- 2.1 Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Статистический ряд выборочной совокупности (выборки). Интервальный статистический ряд выборки (при больших объемах выборки). Полигон частот статистического распределения выборки.
- 2.2 Точечные статистические оценки параметров распределения исследуемой случайной величины: среднее арифметическое статистических значений, выборочная дисперсия, исправленная выборочная дисперсия. Основные требования, предъявляемые к точечным оценкам. Интервальные оценки параметров распределения исследуемой случайной величины (в предположении, что она имеет нормальное распределение случайной величины) интервал математического ожидания при известной дисперсии и неизвестной, доверительный интервал для среднеквадратического отклонения.
- 2.3 Проверка статистических гипотез: формулировка основной и конкурирующей гипотезы. Уровень значимости. Выбор критерия для проверки основной гипотезы. Проверка гипотезы о равенстве дисперсии двух генеральных совокупностей по двум выборкам из них. Проверка гипотезы о равенстве двух средних (при известной и неизвестной дисперсии). Проверка гипотезы о нормальном распределении (критерий Пирсона).
- 2.4 Элементы теории корреляции.  $(X, Y)$ - система двух случайных величин (двумерная случайная величина). Зависимость между составляющими  $X$  и  $Y$  – основная задача корреляции. Коэффициент корреляции  $r_{xy}$  и корреляционный момент  $k_{xy}$  - их оценки по выборочным данным. Проверка гипотезы о существовании корреляционной зависимости между  $X$  и  $Y$ . Уравнения линейной регрессии  $Y$  на  $X$  и  $X$  на  $Y$  в случае наличия корреляционной зависимости.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| В результате освоения дисциплины студент должен                                       | Раздел |   |
|---|--------|---|
|   | 1      | 2 |
| <b>Знать:</b>   |        |   |
| - основы теории вероятностей и математической статистики;                             | +      | + |
| - математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; | +      | + |
| - основы применения математических моделей и методов.                                 | +      | + |
| <b>Уметь:</b>   |        |   |
| - выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;            | +      | + |
| - применять математические знания на междисциплинарном уровне;                        | +      | + |
| - использовать математические понятия, методы и модели для                            | +      | + |

|  |   |   |
|--|---|---|
| описания различных процессов;  |   |   |
| - использовать основные методы статистической обработки данных;  | + | + |
| - выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов.   | + | + |
| <b>Владеть:</b>  |   |   |
| - основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата;  | + | + |
| - методами статистической обработки информации.  | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>обще профессиональные компетенции:</b>   |   |   |
| – способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2) | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции:</b>  |   |   |
| – владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).   | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № разделов дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий   | Часы |
|-------|-----------------------|---|------|
| 1.    | 1.1                   | <b>Практическое занятие 1.</b><br>Решение задач по комбинаторике.   | 2    |
| 2.    | 1.1                   | <b>Практическое занятие 2.</b><br>Действия над событиями. Классическое определение вероятности события, вычисление вероятности случайного события.                | 2    |
| 3.    | 1.2                   | <b>Практическое занятие 3.</b><br>Вычисление вероятностей случайных событий с помощью теорем вероятностей: суммы и произведения событий, противоположных событий. | 2    |
| 4.    | 1.2                   | <b>Практическое занятие 4.</b><br>Теорема полной вероятности. Формула Байеса.   | 2    |
| 5.    | 1.3                   | <b>Практическое занятие 5.</b><br>Повторные события. Формула Бернулли. Локальная и интегральная формула Лапласа. Формула Пуассона.                                | 2    |
| 6.    |                       | <b>Контрольная работа № 1</b>   | 2    |
| 7.    | 1.4                   | <b>Практическое занятие 6.</b>  | 2    |

|     |     |  |   |
|-----|-----|--|---|
|     |     | Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Биноминальный закон распределения д.с.в. Закон Пуассона.  |   |
| 8.  | 1.5 | <b>Практическое занятие 7.</b><br>Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Равномерный закон распределения н.с.в.  | 2 |
| 9.  | 1.5 | <b>Практическое занятие 8.</b><br>Нормальный закон распределения н.с.в.: нахождение функции $F(x)$ по данной $f(x)$ и наоборот, числовые характеристики, вероятность попадания с.в. в заданный промежуток.   | 2 |
| 10. |     | <b>Контрольная работа № 2</b>  | 2 |
| 11  | 2.1 | <b>Практическое занятие 9.</b><br>Начальная обработка статистических данных: статистический (вариационный) ряд, эмпирическая функция распределения частот, полигон частот. Интервальный статистический ряд, гистограмма частот.  | 2 |
| 12. | 2.2 | <b>Практическое занятие 10.</b><br>Точечные оценки параметров распределения генеральной совокупности, формулы для этих оценок. Метод условных вариантов для упрощения расчета оценок.  | 2 |
| 13. | 2.2 | <b>Практическое занятие 11.</b><br>Построения доверительных интервалов для истинного математического ожидания, при известной и неизвестной дисперсии генеральной совокупности и для среднего квадратического отклонения.   | 2 |
| 14  | 2.3 | <b>Практическое занятие 12.</b><br>Проверка статистических гипотез: а) равенства дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей, б) равенства математических ожиданий двух нормальных генеральных совокупностей с известной и неизвестной дисперсией, в) равенства математического ожидания нормальной генеральной совокупности некоторому заданному числу. | 2 |
| 15  | 2.4 | <b>Практическое занятие 13.</b><br>Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности: критерий согласия Пирсона (с расчетом теоретических частот нормального распределения).   | 2 |

|                   |                |                               |          |
|-------------------|----------------|-------------------------------|----------|
| <b>16</b>         |                | <b>Контрольная работа № 3</b> | <b>2</b> |
| <b>ИТОГ<br/>О</b> | <b>32 часа</b> |                               |          |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы в **4** семестре (максимальная оценка за первую контрольную работу составляет **30** баллов, максимальная оценка за вторую контрольную работу составляет **30** баллов и максимальная оценка за третью контрольную работу составляет **40** баллов). Максимальная оценка текущей работы в **4** семестре составляет **100** баллов.

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **3** контрольные работы (**2** контрольные работы по **1** разделу дисциплины и одна контрольная работа по **2** разделу дисциплины). Максимальная оценка за первую контрольную работу составляет **30** баллов, максимальная оценка за вторую контрольную работу составляет **30** баллов и максимальная оценка за третью контрольную работу составляет **40** баллов.

## Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 6 баллов за вопрос.

### Вариант 1

- 1) Сколько четырехзначных чисел, делящихся на 5, можно составить из цифр  $\{0,1,4,5,9\}$ , если каждое число не должно содержать одинаковых цифр?
- 2) В цехе работают 6 мужчин и 4 женщины. По табельным номерам наудачу отобрали 7 человек. Найти вероятность того, что среди отобранных лиц окажутся 3 женщины.
- 3) Три стрелка стреляют по одной мишени. Первый попадает с вероятностью  $p_1 = 0,8$ , второй –  $p_2 = 0,7$ , третий –  $p_3 = 0,6$ . Найти вероятность того, что при одном залпе в мишень попадет хотя бы один стрелок.
- 4) В первой коробке находится 20 батареек для фонарика, из них 18 годных к употреблению. Во второй коробке – 10 батареек, из них – 9 годных. Из второй коробки наудачу взяли 2 батарейки и переложили в первую. Найти вероятность того, что батарейка, наудачу извлеченная из первой коробки, будет годной.
- 5) Вероятность попадания мячом в корзину для данного баскетболиста равна 0,8. Игрок делает три броска. Какова вероятность того, что все три раза он попал?

### Вариант 2

- 1) Игральная кость подбрасывается один раз. Найти вероятность того, что число выпавших очков кратно трем.
- 2) Из водоема, в котором находится 10 рыб, вылавливают 6 рыб, помечают и выпускают их обратно. Найти вероятность того, что второй улов того же объема содержит 4 меченые рыбы.
- 3) В урне 12 шаров, из которых 7 белых. Наудачу вытаскивается один шар, а затем возвращается обратно в урну. Найти вероятность хотя бы одного извлечения белого шара, если шар извлекали дважды.
- 4) В пирамиде установлены 15 винтовок, 10 из них снабжены оптическим прицелом. При стрельбе из винтовки с оптическим прицелом вероятность поражения мишени – 0,9, а при стрельбе из обычной винтовки – 0,7. Какова вероятность того, что стрелок поразил мишень из наудачу взятой винтовки? Найти также вероятность того, что мишень поражена из винтовки с оптическим прицелом.
- 5) Вероятность появления события в каждом из 3000 независимых испытаний равна 0,75. Найти вероятность того, что событие появится не менее 1480 раз.

## Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 6 баллов за вопрос.

### Вариант 1

- 1) Случайная величина  $\xi$  имеет ряд распределения:

|       |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\xi$ | -4  | -2  | 0   | 1   | 2   |
| $p$   | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,1 |

Найти математическое ожидание  $M[\xi]$ , дисперсию  $D[\xi]$ , функцию распределения  $F(x)$ .

2) В ящике 7 белых шаров и 3 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина  $\xi$  – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для  $\xi$ . Найти ее  $M[\xi]$  и  $D[\xi]$ .

3) Плотность распределения вероятностей случайной величины  $\xi$  имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 2(x-1), & x \in [1; 2] \\ 0, & x \notin [1; 2] \end{cases}$$

Найти: функцию распределения вероятностей  $F(x)$  и ее график,  $M[\xi]$ ,  $D[\xi]$ ,  $P(1,5 < \xi < 3)$ .

4) Случайная величина  $\xi$  распределена равномерно на  $[1; 7]$ . Написать  $f(x)$  и  $F(x)$ . Найти  $M[\xi]$  и  $D[\xi]$ . Вычислить  $P(0 \leq \xi \leq 4)$ .

5) Случайная величина  $\xi$  распределена нормально с математическим ожиданием  $M[\xi] = 0$  и дисперсией  $D[\xi] = 3$ . Написать функцию плотности распределения вероятностей  $f(x)$  и вычислить  $(-1 \leq \xi \leq 3)$ .

## Вариант 2

1) Случайная величина  $\xi$  имеет ряд распределения:

|       |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\xi$ | 1   | 3   | 4   | 6   | 7   |
| $p$   | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,1 |

Найти математическое ожидание  $M[\xi]$ , дисперсию  $D[\xi]$ , функцию распределения  $F(x)$

2) В ящике 6 белых шаров и 4 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина  $\xi$  – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для  $\xi$ . Найти ее  $M[\xi]$  и  $D[\xi]$ .

3) Плотность распределения вероятностей случайной величины  $\xi$  имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 2 - \frac{x}{2}, & x \in [2; 4] \\ 0, & x \notin [2; 4] \end{cases}$$

Найти: функцию распределения вероятностей  $F(x)$  и ее график,  $M[\xi]$ ,  $D[\xi]$ ,  $P(3 < \xi < 5)$ .

4) Случайная величина  $\xi$  распределена нормально с математическим ожиданием  $M[\xi] = 0$  и дисперсией  $D[\xi] = 4$ . Написать функцию плотности распределения вероятностей  $f(x)$  и вычислить  $(-2 \leq \xi \leq 4)$

5) Случайная величина  $\xi$  распределена равномерно на  $[2; 10]$ . Написать  $f(x)$  и  $F(x)$ . Найти  $M[\xi]$  и  $D[\xi]$ . Вычислить  $P(1 \leq \xi \leq 5)$ .

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 10 баллов за вопрос.**

**Вариант 1**

1. По заданной выборке

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 45 | 46 | 58 | 59 | 47 | 55 | 58 | 46 | 45 |
| 38 | 40 | 41 | 62 | 43 | 61 | 40 | 42 | 50 |
| 58 | 41 | 51 | 44 | 47 | 47 | 47 |    |    |

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) вычислить относительные частоты;
- 3) построить полигон относительных частот;
- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и  $\sqrt{S^2}$  среднеквадратичного отклонения ( $\bar{x}_e, D_e, \sigma = \sqrt{D_e}, S^2, S = \sqrt{S^2}$ ).

2. По заданной выборке

1,0 1,1 1,3 0,9 1,2 1,1 0,8 1,0 1,2

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) построить доверительные интервалы при  $\gamma = 0,95$  для
  - а) математического ожидания при известной дисперсии  $\sigma = S$ ;
  - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
  - в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, объемы которых  $n = 12$  и  $m = 16$ , извлеченным из нормальных генеральных совокупностей  $X$  и  $Y$  с неизвестными дисперсиями, найдены исправленные дисперсии:  $s_x^2 = 9,52$  и  $s_y^2 = 4,1$ . При уровне значимости  $0,05$  проверить гипотезу  $H_0 : D[X] = D[Y]$  при конкурирующей гипотезе  $H_1 : D[X] > D[Y]$ .

4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с  $\sigma = 20$  единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 9 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 215 единиц/час. С уровнем значимости  $= 0,01$  проверьте, значимо ли повышение производительности.

**Вариант 2**

1. По заданной выборке

|    |    |   |    |    |    |    |    |    |
|----|----|---|----|----|----|----|----|----|
| 7  | 4  | 9 | 13 | 9  | 9  | 13 | 9  | 11 |
| 11 | 11 | 5 | 12 | 9  | 10 | 15 | 14 | 10 |
| 10 | 12 | 8 | 10 | 11 | 10 | 4  |    |    |

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) вычислить относительные частоты;

- 3) построить полигон относительных частот;
- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и  $\sqrt{\text{среднеквадратичного отклонения}}$  ( $\bar{x}_e, D_e, \sigma = \sqrt{D_e}, S^2, S = \sqrt{S^2}$ ).

2. По заданной выборке

2,0   2,1   2,5   1,9   2,3   2,4   2,2   2,3

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) построить доверительные интервалы при  $\gamma = 0,95$  для
  - а) математического ожидания при известной дисперсии  $\sigma = S$ ;
  - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
  - в) среднеквадратичного отклонения.

3. Автомат, работающий со стандартным отклонением  $\sigma = 1$  г, фасует чай в пакеты со средним весом  $a = 100$  г. В случайной выборке объемом  $n = 25$  пакетов средний вес  $\bar{X} = 101,5$  г. Надо ли отрегулировать автомат? Доверительная вероятность  $\gamma = 0,95$ .

4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с  $\sigma = 18$  единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 10 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 200 единиц/час. С уровнем значимости  $= 0,01$  проверьте, значимо ли повышение производительности.

## 8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачет)

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. «Сборник задач по высшей математике» (часть 2), Письменный Д.Т., Лунгу К.Н. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 592 с.: ил. – (Высшее образование).
2. «Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам», Письменный Д.Т. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 288 с.: ил. – (Высшее образование).
3. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс]: учебник для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
4. Фролов А.Н. Краткий курс ТВ и МС, уч. пособие, Лань, 2017, 304с.

## **Б) Дополнительная литература:**

1. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. [Электронный ресурс]: учебное пособие для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 11-е изд. - М. : Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
2. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Старшова Т.Н., Аверина О.В., Гордеева Е.Л., Изотова С.А. /Учебное пособие под ред. Рушайло М.Ф., Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –84с
3. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том III. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Напеденина Е.Ю., Осипчик В.В., Напеденин Ю.Т., Орлова В.Л., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2017. –124 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации.
- Комплекс обучающих программ.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

-- <http://kvm.muotr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.muotr.ru/>, (общее число слайдов – 320);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 3 контрольные работы, общее число вариантов – 150).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные

и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные традиционными учебными досками и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебно-методические пособия, разработанные на кафедре высшей математики, выложены на сайте кафедры <http://kvm.muctr.ru> и на сайте библиотеки РХТУ имени Д.И.Менделеева <https://lib.muctr.ru>.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, принтеры, сканер и копировальный аппарат используются для подготовки раздаточных материалов.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине, комплекты контрольных и экзаменационных билетов.

Учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

## 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п.п. | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Срок окончания действия лицензии  |
|--------|---|---------------------------------------|---|
| 1.     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочно   |
| 2.     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  |
| 3.     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 4.     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

### Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки   |
|---|--|--|
| <b>Раздел 1.</b><br>Теория вероятностей.<br>Случайные величины и их законы распределения. | Знает:<br>основы теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.<br>Умеет:<br>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для | Оценка за контрольную работу № 1 (4 семестр)<br>Оценка за контрольную работу № 2 (4 семестр) |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет:</p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p>  |   |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Математическая статистика.</p> | <p>Знает:</p> <p>основы теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов.</p> <p>Умеет:</p> <p>выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.</p> <p>Владеет:</p> <p>основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 3 (4 семестр)</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ

им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
 «\_ Теория вероятностей и математическая статистика \_»  
 основной образовательной программы

\_\_\_ 19.03.01 \_\_\_ «\_\_\_ Биотехнология \_\_\_»

код и наименование направления подготовки (специальности)

«\_\_\_\_\_»  
 наименование ООП

Форма обучения: \_\_\_ очная \_\_\_

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание<br>дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                               |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1                                 |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»

---

**УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г..

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Лабораторные работы по органической химии»**

**Направление подготовки бакалавров 19.03.01– «Биотехнология»**  
**Профиль «Биотехнология»**

**Квалификация: бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021 г.**

Программа составлена:

заведующим кафедрой органической химии д.х.н., профессором РАН  
А.Е. Щекотихиным, к.х.н., доцентом И.О. Акчуриным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры органической химии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «» \_\_\_ 2021 г., протокол № \_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |  |
|---|--|
| 1. Цели и задачи дисциплины .....   | 52                                     |
| 2. Требования к результатам освоения дисциплины .....   | 52                                     |
| 3. Объем учебной дисциплины.....  | 54                                     |
| 4. Содержание дисциплины.....   | 54                                     |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения.....  | 55                                     |
| 4.2. Содержание разделов дисциплины .....   | 55                                     |
| 5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины.....   | 56                                     |
| 6. Практические и лабораторные занятия.....   | 59                                     |
| 6.1. Практические занятия.....  | 59                                     |
| 6.2. Лабораторные занятия .....   | 59                                     |
| 7. Самостоятельная работа .....   | 59                                     |
| 8. Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины .....   | 60                                     |
| 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....   | 65                                     |
| 9.1. Рекомендуемая литература .....   | 65                                     |
| 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.....   | 66                                     |
| 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.....  | 66                                     |
| 10. Методические указания для обучающихся.....  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 11. Методические указания для преподавателей.....   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе<br><b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |  |
| 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....  | 85                                     |
| 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе.....   | 85                                     |
| 13.2. Учебно-наглядные пособия .....  | 85                                     |
| 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, программные и аудиовизуальные средства.....                    | 85                                     |
| 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы.....  | 85                                     |
| 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения .....   | 86                                     |
| 14. Требования к оценке качества освоения программы.....  | 88                                     |
| 15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....     | 90                                     |

## 2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология», профиль «Биотехнология» рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой органической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Лабораторные работы по органической химии» относится к вариативной части блока 1 дисциплин учебного плана (Б1.В.02). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математических и естественнонаучных дисциплин (курсов высшей математики, общей и неорганической химии, органической химии).

**Цель дисциплин** – приобретение студентами знаний о строении органических соединений, основных химических свойствах различных классов органических соединений и методах их получения, как промышленных, так и лабораторных.

**Задачи дисциплины** – формирование навыков работы в химической лаборатории; обучения основным методам идентификации органических соединений по совокупности химических свойств; ознакомление студентов с основными принципами техники безопасности при работе в лаборатории органической химии; обучение основным методам очистки, разделения и идентификации органических соединений; обучение планированию синтеза органических соединений; обучение методам определения температур кипения, плавления и коэффициента преломления.

Дисциплина «Лабораторные работы по органической химии» преподается во 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Лабораторные работы по органической химии» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», профиль подготовки – «Биотехнология» направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) и общепрофессиональных компетенций (ОПК):

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

- способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);

- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- технику безопасности в лаборатории органической химии;
- принципы безопасного обращения с органическими соединениями;
- методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси;
- теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ;
- экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам;
- основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений.

*Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач;
- сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения;
- синтезировать соединения по предложенной методике;
- провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии;
- выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения;
- представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов;
- выбрать способ идентификации органического соединения.

*Владеть:*

- комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- экспериментальными методами проведения органических синтезов.
- основными методами идентификации органических соединений
- приемами обработки и выделения синтезированных веществ;

– знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.

### 3. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Вид учебной работы                             | Всего        |              | Семестр<br>2 семестр |              |
|--|--------------|--------------|----------------------|--------------|
|  | ЗЕ           | Акад<br>. ч. | ЗЕ                   | Акад<br>. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>2</b>     | <b>72</b>    | <b>2</b>             | <b>72</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0.89</b>  | 32           | <b>0.89</b>          | 32           |
| Лекции   | -            | -            | -                    | -            |
| Практические занятия (ПЗ)                      | -            | -            | -                    | -            |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0.89         | 32           | 0.89                 | 32           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1.11</b>  | <b>40</b>    | <b>1.11</b>          | <b>40</b>    |
| Контактная самостоятельная работа              | 1.11         | 0.2          | 1.11                 | 0.2          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |              | 39.8         |                      | 39.8         |
| <b>Вид контроля:</b>                           |              |              |                      |              |
| <b>Зачет</b>                                   | +            |              |                      |              |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет</b> |              |                      |              |

| Вид учебной работы                             | Всего        |             | Семестр<br>2 семестр |             |
|--|--------------|-------------|----------------------|-------------|
|  | ЗЕ           | Астр.<br>ч. | ЗЕ                   | Астр.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>2</b>     | <b>54</b>   | <b>2</b>             | <b>54</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0.89</b>  | 24          | <b>0.89</b>          | 24          |
| Лекции   | -            | -           | -                    | -           |
| Практические занятия (ПЗ)                      | -            | -           | -                    | -           |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0.89         | 24          | 0.89                 | 24          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1.11</b>  | <b>30</b>   | <b>1.11</b>          | <b>30</b>   |
| Контактная самостоятельная работа              | 1.11         | 0.15        | 1.11                 | 0.15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |              | 29.85       |                      | 29.85       |
| <b>Вид контроля:</b>                           |              |             |                      |             |
| <b>Зачет</b>                                   | +            |             |                      |             |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет</b> |             |                      |             |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧЕНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

| № п/п       | Раздел дисциплины   | Академ. часов |                   |    |
|-------------|---|---------------|-------------------|----|
|             |   | Всего         | Аудиторная работа | СР |
| 1           | Раздел 1. «Правила и методы работы в лаборатории органической химии»          | 8             | 3                 | 5  |
| 1.1         | Правила безопасной работы в лаборатории органической химии                    | 2             | 1                 | 1  |
| 1.2         | Методы работы в лаборатории органической химии                                | 3             | 1                 | 2  |
| 1.3         | Лабораторная посуда, оборудование и приборы                                   | 3             | 1                 | 2  |
| 2           | Раздел 2. «Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений» | 25            | 10                | 15 |
| 1.1         | Хроматография   | 7             | 2                 | 5  |
| 1.2         | Методы очистки жидких веществ. Перегонка.                                     | 9             | 4                 | 5  |
| 1.3         | Методы очистки твердых веществ. Перекристаллизация                            | 9             | 4                 | 5  |
| 3           | Раздел 3. «Синтез органических соединений»                                    | 39            | 19                | 20 |
| 3.1         | Синтезы   | 39            | 19                | 20 |
| Всего часов |   | 72            | 32                | 40 |

#### 4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

##### **Раздел 1. «Правила и методы работы в лаборатории органической химии»**

1.1 Правила безопасной работы в лаборатории органической химии  
Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии.

1.2 Методы работы в лаборатории органической химии  
Общие методы работы в лаборатории органической химии. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание.

1.3 Лабораторная посуда, оборудование и приборы  
Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Приборы для определения температуры плавления. Весы. Термометр. Роторный испаритель. Рефрактометр.

##### **Раздел 2. «Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений»**

###### **1.1 Хроматография**

Идентификация органических веществ посредством различных видов хроматографии (ТСХ, хроматография на бумаге, ионообменная хроматография, ВЭЖХ). Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания. Коэффициент распределения. Работа с капиллярами.

### 1.2 Методы очистки жидких веществ. Перегонка

Экстракция, для извлечения (выделения) органического вещества из воды. Экстракция с помощью делительной воронки. Высушивание экстрактов осушителем. Перегонка. Виды перегонки (фракционная, вакуумная, перегонка с паром, при атмосферном давлении). Высушивание жидкостей. Осушители. Определение температуры кипения и коэффициента преломления. Фракционная перегонка. Работа с фильтровальной бумагой. Отгонка растворителя.

### 1.3 Методы очистки твердых веществ. Перекристаллизация

Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Температура возгонки и температура плавления, возгоняющегося вещества. Прибор для возгонки. Пересаживание. Перекристаллизация. Этапы перекристаллизации. Подбор растворителя. Насыщенный раствор. Горячее фильтрование, вакуумная фильтрация. Определение температуры плавления. Температура плавления смешанной пробы.

## Раздел 3. «Синтез органических соединений»

### 3.1 Синтезы

Цели и задачи эксперимента в органическом синтезе. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Общие правила подготовки и проведения синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта. Синтезы веществ различных классов органических соединений. Проведение экспериментальных методов исследования реакций.

Проведение реакций, протекающих по механизмам:

- нуклеофильного замещения – синтез галогеналканов;
- нуклеофильного присоединения – синтез сложных эфиров карбоновых кислот, амидов карбоновых кислот, азотсодержащих альдегидов и кетонов;
- электрофильного замещения в ароматическом ряду – реакции нитрования, бромирования, сульфирования;
- реакций diazotирования и азосочетания;
- реакций окисления (синтез ацетона, 1,4-бензохинона, бензойной кислоты) и восстановления.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | Компетенции   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|--|---------------|----------|----------|----------|
| В результате освоения дисциплины студент должен: |               |          |          |          |
|  | <b>Знать:</b> |          |          |          |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 1  | технику безопасности в лаборатории органической химии   | + |   |   |
| 2  | принципы безопасного обращения с органическими соединениями   | + | + | + |
| 3  | методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси   |   | + |   |
| 4  | теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ   | + | + | + |
| 5  | экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам   |   |   | + |
| 6  | основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений  |   |   | + |
|    | <b>Уметь:</b>   |   |   |   |
| 4  | применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач                        | + | + | + |
| 5  | сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения |   |   | + |
| 6  | синтезировать соединения по предложенной методике   |   |   | + |
| 7  | провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии   |   |   | + |
| 8  | выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения   |   | + | + |
| 9  | представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик  |   |   | + |
| 10 | проводить анализ и критически оценивать полученные  |   |   | + |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   | экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов   |   |   |   |
| 11  | выбрать способ идентификации органического соединения  | + | + | + |
|   | <b>Владеть:</b>  |   |   |   |
| 12  | комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач   | + | + | + |
| 13  | экспериментальными методами проведения органических синтезов   |   | + | + |
| 14  | основными методами идентификации органических соединений   |   | + | + |
| 15  | приемами обработки и выделения синтезированных веществ   |   | + | + |
| 16  | знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов   |   | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции: |  |   |   |   |
|   | <i>Общепрофессиональные компетенции</i>  |   |   |   |
| 17  | способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2) | + | + | + |
| 18  | способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строения вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3)  | + | + | + |
|   | <i>Профессиональные компетенции</i>  |   |   |   |
| 19  | владением планирования эксперимента, обработки и   | + | + | + |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  | представления полученных результатов (ПК-10) |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Учебным планом проведение практических занятий по дисциплине «Лабораторные работы по органической химии» не предусмотрено.

### 6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторный практикум по дисциплине «Лабораторные работы по органической химии» выполняется в соответствии с Учебным планом в 3 семестре и занимает 32 акад. ч. В практикум входит 5 работ. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов. Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ       | Часы |
|-------|----------------------|---------------------------------------|------|
| 1     | 1                    | Правила и методы работы в лаборатории | 2    |
| 2     | 2                    | Хроматография                         | 4    |
| 3     | 2                    | Перегонка                             | 4    |
| 4     | 2                    | Перекристаллизация                    | 4    |
| 5     | 3                    | Синтез органического соединения №1    | 8    |
| 6     | 3                    | Синтез органического соединения №2    | 8    |
| 7     |                      | Итоговая контрольная работа           | 2    |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Лабораторные работы по органической химии» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 40 академических часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума по дисциплине.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Программой дисциплины «Органическая химия» реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Контроль работы проводится в форме устного опроса по теме модуля.

#### ***1. Вопросы к теме “безопасные методы работы в лаборатории органической химии”***

- 1) Каковы меры предосторожности при работе с бромом?
- 2) Меры предосторожности при работе со стеклом.
- 3) Меры предосторожности при работе с ЛВЖ.
- 4) Что делать, если в глаза попала щёлочь?
- 5) Что делать, если в глаза попала кислота?
- 6) Меры предосторожности при работе с щелочами.
- 7) Меры предосторожности при работе с кислотами.
- 8) В какой последовательности собирают установку для синтеза?
- 9) Какие источники нагрева можно использовать в лаборатории? Как их выбирают?
- 10) Какие источники охлаждения можно использовать в лаборатории, как их выбирают?
- 11) Меры предосторожности при работе с электроприборами.
- 12) Что делать при возникновении возгорания установки?
- 13) Меры предосторожности при работе с ртутным термометром. Как собрать ртуть из разбившегося термометра?
- 14) Какие источники опасности есть в лаборатории органической химии?
- 15) Первая помощь при термических ожогах.
- 16) Первая помощь при химических ожогах кислотой.
- 17) Первая помощь при химических ожогах щелочью.
- 18) Что делать при попадании фенола на кожу?
- 19) Меры предосторожности при работе с приборами под пониженным давлением?

- 20) Какие средства индивидуальной защиты необходимо использовать при работе в лаборатории органической химии и почему?
- 21) Меры предосторожности при работе с щелочными металлами.
- 22) Как собрать разлившуюся кислоту?
- 23) Как можно осуществить перемешивание реакционной массы в колбе?
- 24) Меры предосторожности при работе с электроприборами.
- 25) В какой последовательности смешивают воду и кислоту?
- 26) Как можно осуществить равномерное кипение реакционной смеси?
- 27) Тушение местного возгорания. Объект- одежда.
- 28) Тушение местного возгорания. Объект- растворитель в колбе.
- 29) Тушение местного возгорания. Объект- электроприбор.
- 30) Меры предосторожности при работе с ядовитыми и токсичными веществами.
- 31) Первая помощь при ожогах бромом.
- 32) Как предотвратить местный перегрев реакционной массы (жидкости в колбе)?
- 33) Как правильно и безопасно собирать установку для синтеза?
- 34) Какими холодильниками оснащено ваше рабочее место? Их назначение.
- 35) Как создаётся вакуум на вашем рабочем месте? Меры предосторожности.
- 36) На какой высоте должны находиться створки вытяжного шкафа при работе?

## **2. Вопросы к теме “экстракция”**

1. На чем основан метод экстракции?
2. Каким требованиям должен удовлетворять растворитель, применяемый для экстракции?
3. Какие растворители наиболее часто применяются для экстракции?
4. Как понизить растворимость в воде экстрагируемого вещества и растворителя?
5. Какую посуду применяют для экстракции?
6. Какие приёмы следует использовать при проведении экстракции, чтобы добиться наиболее полного перехода вещества из одной фазы в другую?
7. По какой причине рекомендуется при экстракции периодически открывать кран делительной воронки?
8. Как можно предотвратить образование эмульсий при экстракции?
9. Как рекомендуется выливать водный раствор из делительной воронки и как – органический экстракт?
10. Каким образом после объединения экстрактов следует их высушить?

### **3. Вопросы к темам “перегонка, перегонка с паром, фракционная перегонка”**

1. Каких целей достигают перегонкой?
2. Что называют температурой кипения вещества, как она может быть понижена?
3. По каким признакам можно отличить перегонку смеси от перегонки индивидуального вещества?
4. Почему перед перегонкой жидкого органического вещества его необходимо освободить от влаги? Как это можно сделать?
5. Опишите, какие этапы включает осушение жидкого органического вещества и как последнее отделяют от осушителя?
6. Чем отличаются приборы для перегонки высококипящих жидкостей от приборов для перегонки низкокипящих жидкостей?
7. На каком уровне должен находиться шарик ртути термометра в перегонной колбе?
8. Зачем при перегонке на конец холодильника надевают аллонж? Всегда ли он необходим?
9. Как поступают в тех случаях, когда перегоняемое вещество необходимо защитить от влаги воздуха?
10. Что такое перегрев жидкости, и по каким признакам его можно определить, и как его можно избежать?
11. Как отражается перегрев жидкости на процессе перегонки?
12. Почему нельзя опускать “кипяильники” в нагретую жидкость?
13. Какой момент перегонки считается начальным? Когда прекращают перегонку?
14. С какой скоростью проводят перегонку?
15. Как перегоняют смеси веществ с близкими температурами кипения?
16. Каково назначение дефлегматора в приборе для фракционной перегонки?
17. Какие вещества можно перегонять с водяным паром?
18. На чем основан метод перегонки с водяным паром?
19. Из каких частей состоит прибор для перегонки с паром?
20. В каких соотношениях будут находиться в конденсате перегоняемое вещество и вода в случае перегонки с паром?
21. Как определить, что жидкое вещество индивидуально?
22. Как понизить температуру кипения?

### **4. Вопросы к теме “перекристаллизация”**

1. На чем основан метод перекристаллизации?
2. Основные этапы процесса перекристаллизации.
3. Каким требованиям должен удовлетворять растворитель для перекристаллизации и как его подбирают?

4. Как готовят насыщенный раствор вещества в легколетучем растворителе? В воде?
5. Зачем и когда вносят активированный уголь в раствор? Какие меры предосторожности необходимо при этом принять?
6. Как освобождают насыщенный раствор от механических примесей?
7. Каким образом отделяют кристаллы от маточного раствора?
8. Как высушивают кристаллы после перекристаллизации?
9. Как следует отключать водоструйный насос после фильтрования?
10. Как определить, что твердое вещество индивидуально?
11. Как получить кристаллы правильной формы после перекристаллизации?

### **5. Вопросы к теме "хроматография"**

1. Что такое хроматография?
2. Для каких целей используется хроматография?
3. Классификация хроматографических методов в зависимости от применяемых фаз.
4. Какие задачи можно решить с помощью качественного хроматографического анализа?
5. Перечислите основные операции, из которых состоит процесс проведения тонкослойной хроматографии.
6. Какие требования предъявляются к адсорбентам и растворителям для ТСХ?
7. Что такое элюотропный ряд?
8. Как выбирается растворитель для хроматографии?
9. От чего зависит степень адсорбции вещества?
10. Что такое "проявление" хроматограммы?
11. Как подбирается нагрузка и выбираются условия для разделения смеси анализируемых веществ?
12. Что такое величина  $R_f$ , и от чего она зависит?
13. Какие существуют методы обнаружения веществ на хроматограмме?
14. В чем заключается препаративное разделение смеси веществ методом ТСХ?
15. В чем принцип хроматографии по Цвету?
16. Хроматография является качественным или количественным методом разделения и идентификации?
17. Как определяют коэффициент распределения?
18. Что такое фронт растворителя?
19. Под действием каких сил происходит подъем растворителя по хроматографической пластине?
20. Как должна выглядеть хорошая пластинка ТСХ?
21. Что показывает коэффициент преломления?
22. От чего зависит коэффициент преломления?

## 6. Вопросы к синтезам:

- 1) Мольные отношения исходных веществ: а) по уравнению реакции; б) взятые в реакции.
- 2) Характеристика исходных веществ: а) химические свойства; б) физические свойства и физиологическое действие.
- 3) Расчет теоретического выхода.
- 4) Схема прибора для проведения реакции.
- 5) Условия проведения реакции. Обоснования.
- 6) Характеристика полученного продукта: а) химические свойства; б) физические свойства; в) физиологическое действие.
- 7) Побочные продукты реакции и их характеристика.
- 8) Состав реакционной смеси после реакции.
- 9) Выделение полученного продукта из реакционной смеси.
- 10) Очистка полученного продукта и его идентификация.
- 11) Какие операции и в какой последовательности проводят для выделения полученного продукта и в реакционной смеси?
- 12) Какие вещества можно использовать в качестве осушителя для высушивания полученного продукта перед перегонкой?
- 13) Действием каких реагентов можно заместить гидроксильную группу в спиртах на хлор?
- 14) Рассмотрите реакцию бутилового спирта с  $KBr$  с  $H_2SO_4$  и определите её механизм.
- 15) Действием каких реагентов можно провести замещение гидроксильной группы в спиртах на бром?
- 16) Действием каких реагентов можно ввести хлор и бром в ядро толуола?
- 17) Действием какого реагента можно наиболее легко заместить водород на бром в ядре фенола?
- 18) Каков механизм бромирования ацетанилида в уксусной кислоте?
- 19) Какой нитрующий агент применяется в Вашем синтезе?
- 20) Какой растворитель применяется в Вашем синтезе? Почему?
- 21) При какой температуре проводится. Каковы Ваши действия? Почему?
- 22) Что произойдет при повышении/понижении температуры?
- 23) Какие операции и в какой последовательности проводят для выделения нитросоединения из реакционной смеси в Вашем синтезе?
- 24) Какой метод используется для очистки продукт реакции?
- 25) Каков механизм нитрования бензола нитрующей смесью?
- 26) Какова роль серной кислоты при нитровании бензола?
- 27) Каков механизм нитрования фенола?
- 28) Расположить в порядке уменьшения реакционной способности при нитровании следующие соединения: 1) фенол; 2) нитробензол; 3) бензол; 4) бензойная кислота.
- 29) Каков механизм нитрования бензойной кислоты нитрующей смесью?
- 30) Каков механизм нитрования ацетанилида нитрующей смесью?
- 31) В какое положение нитруется анилин нитрующей смесью?
- 32) Что служит карбонильной компонентой в Вашем синтезе?
- 33) Что служит катализатором в Вашем синтезе?
- 34) По каким внешним признакам судят о протекании реакции?
- 35) Какие операции и в какой последовательности проводят для выделения полученного продукта из реакционной смеси?
- 36) Каким способом очищают продукт реакции?
- 37) Напишите реакцию и механизм альдольной конденсации пропионового альдегида с формальдегидом. Какова роль основного катализатора в этой реакции?
- 38) Напишите реакцию и механизм конденсации ацетона в присутствии кислотного катализатора и укажите, какова роль его в реакции конденсации?
- 39) С какими соединениями альдегиды могут конденсироваться без катализатора?
- 40) Напишите механизм реакции бензальдегида с нитрометаном и укажите, какова роль щелочи в этой реакции?
- 41) К какому типу реакций по механизму относится реакция Манниха?
- 42) Каким образом получают раствор или суспензию соли амина и проводят диазотирование в Вашем синтезе?
- 43) Какая минеральная кислота применяется для диазотирования в Вашем синтезе?

- 44) Какое количество молей кислоты берут на 1 моль амина в Вашем синтезе?
- 45) При какой температуре проводят diazotирование в Вашем синтезе?
- 46) Какими способами поддерживают необходимую температуру реакции в Вашем синтезе?
- 47) По каким видимым признакам судят о протекании и окончании реакции diazotирования?
- 48) Какой побочный продукт образуется в Вашей реакции diazotирования, если температура поднимается выше необходимой.
- 49) В каких условиях проводят реакцию замещения diaзогруппы?
- 50) По каким видимым признакам судят о протекании реакции замещения diaзогруппы?
- 51) Какие побочные продукты образуются в Вашей реакции замещения diaзогруппы на галоген?
- 52) Какие операции, и в какой последовательности проводят для выделения полученного арилгалогенида из реакционной смеси?
- 53) Какой окислитель применяется в Вашем синтезе?
- 54) При каких условиях в качестве побочных продуктов в реакции diazotирования образуются: фенол и хлорбензол? Как этого избежать?
- 55) При каких условиях в качестве побочных продуктов в реакции diazotирования образуются: триазен и diaзокислота? Как этого избежать?
- 56) Напишите механизм diazotирования анилина и объясните на что идёт каждый из трёх молей минеральной кислоты в синтезе.
- 57) При какой температуре проводят реакцию diazotирования? Что будет происходить при понижении или повышении указанной температуры?
- 58) Как определить окончание реакции diazotирования? Опишите подробно.
- 59) Чем вреден избыток азотистой кислоты в реакции diazotирования? Как его нейтрализовать?
- 60) Каким образом можно сместить равновесие реакции этерификации в сторону образования эфира? Сравните методики синтеза изопропилацетата и бутилацетата.

## 7. Задачи:

Произведите разделение смеси веществ, используя различие в их химических свойствах в сочетании с физическими методами выделения (т. пл. и т. кип. приведены в °С для того, чтобы знать агрегатное состояние вещества).

Иногда смесь состоит из жидкого вещества и растворенного в нем твердого.

1. Ацетанилид (т. пл. 113°C) и анилин (т. кип. 184.4°C).
2. Бензальдегид (т. кип. 179°C) и коричная кислота (т. пл. 133°C).
3. Бензиловый спирт (т. кип. 205°C), бензальдегид (т. кип. 179°C) и бензойная кислота (т. пл. 122°C).
4. п-Бромацетанилид (т. пл. 166°C) и п-броманилин (т. пл. 66°C).
5. Иодбензол (т. кип. 189°C) и анилин (т. кип. 184°C).
6. *n*-Нитротолуол (т. пл. 51°C) и *p*-толуидин (т. пл. 45°C).
7. *m*-Нитробромбензол (т. пл. 56°C) и *m*-броманилин (т. кип. 251°C).
8. Хлорбензол (т. кип. 132°C) и фенол (т. кип. 182°C, т. пл. 43°C).
9. Бутилфениловый эфир (т. кип. 210°C) и фенол (т. кип. 182°C).
10. *n*-Метилацетофенон (т. кип. 221°C) и *n*-толуиловая к-та (т. пл. 181°C).
11. Нафталин (т. пл. 80°C) и фталевая кислота (т. пл. 191°C).

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### А) Основная литература:

1. Травень В.Ф., Щекотихин А.Е. Практикум по органической химии.. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2014. 592 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Щекотихин А.Е., Немерюк М.П., Мирошников В.С. Органическая химия: Лабораторные работы. М.: РХТУ, 2004. 60 с.
2. Щекотихин А.Е., Жигачев В.Е., Шкилькова В.Н. Общие методы работы в лаборатории органической химии. Методические указания. М.: РХТУ, 2003. 124 с.
3. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. I. 368 с
4. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. II. 517 с
5. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. III. 388 с.

## **9.2 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Научно-технические журналы:

- Журнал «Известия АН. Серия химическая» ISSN 0002-3353
- Журнал «Mendeleev Communications» ISSN 0959-9436
- Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

[http:// www.elibrary.ru.ru](http://www.elibrary.ru.ru)

[http:// www.sciencedirect.com.ru](http://www.sciencedirect.com.ru)

## **9.3. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы :

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 20.02.2020).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 20.02.2020).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 20.02.2020).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 20.02.2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.02.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 20.02.2020).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **10.1. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Методические рекомендации по организации учебной работы бакалавров направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс «Лабораторные работы по органической химии» включает 3 модуля, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого модуля рекомендуется регулярное изучение теоретического материала в рекомендованной литературе по теме выполняемой работы, а также повторение теоретического курса «Органическая химия». При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого модуля контролируется в форме устного коллоквиума.

Результаты выполнения лабораторных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка лабораторных работ: Хроматография - 20 баллов; Перегонка - 20 баллов, перекристаллизация - 20 баллов. Каждый из обязательных синтезов оценивается в 20 баллов. Оценка складывается из трех частей: допуск-коллоквиум (10 баллов), выполнение работы (5 баллов), защита работы (5 баллов).

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение лабораторных работ. Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (лабораторные работы). Максимальная общая оценка всей дисциплины составляет 100 баллов.

### **10.2. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в

режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При преподавании дисциплины «Лабораторные работы по органической химии» используются лабораторные занятия.

На лабораторных работах осваиваются общие методы и принципы безопасной работы в лаборатории органической химии, методы очистки и идентификации органических соединений, отрабатываются на практике методики реакций, изучаемых в теоретической части курса.

При оценивании проделанной лабораторной работы, преподаватель проверяет оформление лабораторного журнала на целостность, достоверность заполнения и соответствие принятому образцу, а также задает вопросы студенту с целью определения, насколько он теоретически подготовлен в вопросах, с которыми сталкивается при проведении данной работы. В процессе проведения первых лабораторных работ преподаватель демонстрирует студентам основные приемы работы в лаборатории. При выполнении последующих работ студентами преподаватель контролирует все этапы работы, корректируя неточные действия студента, способствуя тем самым приобретению им необходимых навыков и опыта работы в лаборатории. При проведении лабораторного практикума преподавателю основное внимание следует уделять формированию у студентов умения активно использовать полученные теоретические знания по курсам «Органическая химия» при подготовке, проведении и защите лабораторных работ.

Текущий контроль усвоения дисциплины рекомендуется осуществлять с помощью устного коллоквиума.

План коллоквиума перед синтезом:

1. Теория по данному методу синтеза.
2. Характеристика исходных веществ: а) химические свойства; б) физические свойства и физиологическое действие.
3. Мольные отношения исходных веществ: а) по уравнению реакции; б) взятые в реакции.
4. Расчет теоретического выхода.
5. Схема прибора для проведения реакции.
6. Условия проведения реакции. Обоснования.

7. Характеристика полученного продукта: а) химические свойства; б) физические свойства; в) физиологическое действие.
8. Побочные продукты реакции и их характеристика.
9. Состав реакционной смеси после реакции.
10. Выделение полученного продукта из реакционной смеси.
11. Очистка полученного продукта и его идентификация.

#### **11.2. ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видеолекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР);
- учебные курсы, интегрированные в LMS Moodle, контактные часы по которым могут быть исключены, изучаются обучающимися самостоятельно при минимальном участии преподавателя (консультации в режиме форума или в режиме вебинара).

#### **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей  | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором   |
|---|--------------------|--|---|
| 1 | ЭБС «Лань»         | Принадлежность - сторонняя<br>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г.<br>Сумма договора – 357 000-00 | Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в |

|  |                   |   |  |
|--|-------------------|---|--|
|  | <p>ЭБС «ЛАНЬ»</p> | <p>С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <hr/> <p>Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2020г. Сумма договора – 642 083-68</p> <p>С «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС –</p> | <p>которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи.</p> <p><b>Коллекции:</b> «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".</p> <hr/> <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |
|--|-------------------|---|--|

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br><br>Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.  |   |
| 2. | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.    | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.  |
| 3  | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».    | Принадлежность сторонняя.<br><br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб.<br><br>С «01» января.2020 г. по | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | <p>«31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p> <p>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p>   |   |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).        | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г.<br/>Сумма договора - 299130-00</p> <p>С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru/">http://diss.rsl.ru/</a><br/>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p> | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки:</p> <p>с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки";</p> <p>с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации;</p> <p>с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |
| 5 | ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г.</p>  | <p>Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки</p>   |

|   |              |   |   |
|---|--------------|---|---|
|   |              | <p>Сумма договора - 934 693-00</p> <p>С «01» января 2020 г.<br/>по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   |   |
| 6 | БД ВИНТИ РАН | <p>Принадлежность сторонняя<br/>Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г.<br/>Сумма договора - 24000-00</p> <p>С «02» февраля 2018 г. <b>по «05» мая 2020 г.</b></p> <p>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p> | <p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов</p> |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   |  |  |   |
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+», | <p>Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г.</p> <p>С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p> | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.          |
| 8 | Справочно-правовая система «Гарант»        | <p>Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2020 г.</p> <p>С «28» января 2020 г. по «27» января 2020 г.</p>  | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации. |

|    |                    |   |  |
|----|--------------------|---|--|
|    |                    | <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Сумма договора - 512000-00<br/>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>   |  |
| 9  | Издательство Wiley | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. |
| 10 | QUESTEL ORBIT      | Принадлежность сторонняя.   | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом,   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.questel.orbit.com">http://www.questel.orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p>                       |
| 11 | ProQuest Dissertation and Theses Global | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.proquest.com/products-">http://www.proquest.com/products-</a></p>  | <p>База данных ProQuest Dissertation &amp; Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.</p> |

|    |                                     |  |   |
|----|-------------------------------------|--|---|
|    |                                     | <a href="http://services/pqdtglobal.html">services/pqdtglobal.html</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.   |   |
| 12 | American Chemical Society           | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br>Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2020 г.<br><br>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.<br><br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society         |
| 13 | American Institute of Physics (AIP) | Принадлежность сторонняя.<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br>Сублицензионный договор   | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP) |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <p>№ АИР/130 от 24.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>  |   |
| 14 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 15 | Scopus   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>   |
| 16 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p>   | Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине. |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> |   |
| 17 | Royal Society of Chemistry<br>(Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | Коллекция включает 44 журнала.<br>Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |

|     |   |   |  |
|-----|---|---|--|
| 18. | Электронные ресурсы издательства SpringerNature           | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний.</li> <li>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group</li> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols</li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)</li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH</li> <li>- Nano Database</li> </ul> |
| 19. | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p>  | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>  |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  | <p>Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>  |   |
| 20 | Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.science-direct.com">https://www.science-direct.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p> | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.</p> <p>Доступ к архивам 2014-2018гг.</p> |

|    |             |   |   |
|----|-------------|---|---|
| 21 | ЭБС «Лань»  | <p>Принадлежность -<br/>сторонняя<br/>Реквизиты<br/>договора - ООО<br/>«Издательство<br/>«Лань», договор<br/>№29.01-3-2.0-<br/>1299/2018<br/>от 06.03.2020 г.<br/><b>С «06» марта<br/>2020г. по<br/>«25» сентября<br/>2020г.</b></p> <p>Ссылка на сайт<br/>ЭБС –<br/><a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Сумма договора –<br/>73 247-39</p> <p>Количество<br/>ключей - доступ<br/>для всех<br/>пользователей<br/>РХТУ с любого<br/>компьютера.</p> | Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.  |
| 22 | ЭБС «ЮРАЙТ» | <p>Принадлежность -<br/>сторонняя<br/>Реквизиты<br/>договора – ООО<br/>«Электронное<br/>издательство<br/>ЮРАЙТ», Договор<br/>№ №29.01-3-2.0-<br/>1168/2018<br/>от 11.01.2020 г.<br/>С «11» января<br/>2020 г. по «10»<br/>января 2020 г.<br/>Ссылка на сайт<br/>ЭБС - <a href="https://bibli-online.ru/">https://bibli-online.ru/</a></p> <p>Сумма договора –<br/>220 000-00 руб.</p>   | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера. |  |
|--|--|---|--|

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Лабораторные работы по органической химии» проводятся в форме лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

#### **13.1. ОБОРУДОВАНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Лаборатория для проведения лабораторных работ, оснащенная розетками, электроплитками, водяными холодильниками, насосами для вакуумной фильтрации и вытяжной вентиляцией. Комплекты лабораторной посуды из стекла. Магнитные мешалки, весы, рефрактометр.

#### **13.2. УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ**

Комплекты шариковых моделей для демонстрации пространственного строения органических веществ. Стеклянная химическая посуда.

#### **13.3. КОМПЬЮТЕРЫ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ, ПРОГРАММНЫЕ И АУДИОВИЗУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА**

Персональные компьютеры с выходом в интернет, принтеры, сканеры, копировальные аппараты.

#### **13.4. ПЕЧАТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

### 13.5. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

| № п/п | Наименование программного продукта                                | Реквизиты договора поставки  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---|--|--|----------------------------------|
| 1     | Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)     | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г.                    |
| 2     | Операционная система Microsoft Windows 8.1 Professional (Russian) | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г.                    |
| 3     | Microsoft Visio Professional 2016 (Russian)                       | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г.                    |
| 4     | Microsoft Visio Professional 2020 (Russian)                       | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-  | Количество лицензий не ограничено согласно   | 03.04.2020 г.                    |

|   |   |  |  |                  |
|---|---|--|--|------------------|
|   |   | 171312 от<br>03.04.2020 г.,<br>действительно до<br>03.04.2020 г.,<br>счет №<br>0012522675 от<br>30.03.2020 г.  | условиям<br>подписки<br>Microsoft<br>Imagine<br>Premium  |                  |
| 5 | Microsoft Access<br>2016 (Russian)        | Подписка<br>Microsoft Imagine<br>Premium,<br>соглашение ИСМ-<br>171312 от<br>03.04.2020 г.,<br>действительно до<br>03.04.2020 г.,<br>счет №<br>0012522675 от<br>30.03.2020 г.            | Количество<br>лицензий не<br>ограничено<br>согласно<br>условиям<br>подписки<br>Microsoft<br>Imagine<br>Premium | 03.04.2020<br>г. |
| 6 | Microsoft Access<br>2020 (Russian)        | Подписка<br>Microsoft Imagine<br>Premium,<br>соглашение ИСМ-<br>171312 от<br>03.04.2020 г.,<br>действительно до<br>03.04.2020 г.,<br>счет №<br>0012522675 от<br>30.03.2020 г.            | Количество<br>лицензий не<br>ограничено<br>согласно<br>условиям<br>подписки<br>Microsoft<br>Imagine<br>Premium | 03.04.2020<br>г. |
| 7 | Microsoft Office<br>Standard 2007         | Государственный<br>контракт № 143-<br>164ЭА/2010 от<br>14.12.10, Акт №<br>Tr048787,<br>накладная №<br>Tr048787 от<br>20.12.10<br>Microsoft Open<br>License<br>Номер лицензии<br>42931328 | 10   | бессрочная       |
| 8 | Лицензия на<br>программное<br>обеспечение | Государственный<br>контракт № 143-<br>164ЭА/2010 от  | 10   | бессрочная       |

|    |  |   |                                   |            |
|----|--|---|-----------------------------------|------------|
|    | (неисключительные права на программу для ЭВМ) WinRAR   | 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10  |                                   |            |
| 9  | Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ChemOffice ultra | Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 | 1                                 | бессрочная |
| 10 | Антивирус Kaspersky (Касперский)   | сублицензионный договор №дс1054/2016 г., Акт № 1061 от 30.11.2016 г.                                    | 10                                | 13.12.2018 |
| 11 | ACDLabs12.0 Academic Edition   | Бесплатная  | Количество лицензий не ограничено | бессрочная |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения модулей приводятся в таблице.

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения модулей

| Наименование модулей   | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки |
|--|---|----------------------------------|
| Раздел 1 " Правила и методы работы в лаборатории органической химии" | <i>Знает</i> технику безопасности в лаборатории органической химии; принципы безопасного обращения с органическими соединениями.<br><i>Умеет</i> применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач; выбрать способ идентификации органического соединения.<br><i>Владеет</i> комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач. | Коллоквиум.                      |
| Раздел 2 "Методы   | <i>Знает</i> принципы безопасного   | Коллоквиум.                      |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>идентификации, очистки и выделения органических соединений"</p> | <p>обращения с органическими соединениями; методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси; теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ.</p> <p><i>Умеет</i> применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач; выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения; выбрать способ идентификации органического соединения.</p> <p><i>Владеет</i> комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач; экспериментальными методами проведения органических синтезов; основными методами идентификации органических соединений; приемами обработки и выделения синтезированных веществ; знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.</p> | <p>Выполнение трех работ: хроматография, перегонка, перекристаллизация.</p> |
| <p>Раздел 3 " Синтез органических соединений"</p>                  | <p><i>Знает</i> принципы безопасного обращения с органическими соединениями; теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ; экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам; основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений.</p> <p><i>Умеет</i> применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач;</p>   | <p>Коллоквиум. Выполнение двух синтезов.</p>                                |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения; синтезировать соединения по предложенной методике; провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии; выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения; представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик; проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов; выбрать способ идентификации органического соединения.</p> <p><i>Владеет</i> комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач; экспериментальными методами проведения органических синтезов; основными методами идентификации органических соединений; приемами обработки и выделения синтезированных веществ; знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.</p> |  |
|--|--|--|

## 15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Лабораторные работы по органической химии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                  |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                         |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |
|                            |                                 | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Основы биохимии и молекулярной биологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена:  
к.б.н., доцентом кафедры биотехнологии А.В. Белодедом

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д. И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области по общей, неорганической и органической химии, аналитической и физической химии, общей биологии, химии биологически активных веществ.

Разработанные учебно-методические материалы предназначены для подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 «Биотехнология» и касаются дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии», читаемой студентам дневного отделения (очная форма обучения).

Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» предвзвешивает изучение и является впоследствии теоретической базой для овладения студентами таких дисциплин, как «Прикладная молекулярная биология», «Теоретические основы биотехнологии», «Микробиология» и ряда специальных дисциплин. Полученные в ходе изучения дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» знания, навыки и умения обеспечивают в дальнейшем возможность более глубокой подготовки студента по любой вариативной дисциплине для бакалавриата направления 19.03.01 «Биотехнология», а также для успешного поступления в магистратуру направления 19.04.01 «Биотехнология».

**Цель учебной дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии»** – дать студенту всестороннее представление о химическом строении живой клетки на молекулярном и надмолекулярном уровнях, о биохимических превращениях, в ходе которых образуются вещества, составляющие структурную основу клетки, кодирующие биоинформацию, выполняющие регуляторную или каталитические функции, о биохимических процессах, в ходе которых клетки разнообразных организмов получают энергию и преобразовывают ее из одного вида в другие, а также о механизмах регуляции метаболизма, поддержания гомеостаза и защиты клетки и организма в целом от агрессивного воздействия физических, химических и биологических агентов окружающей среды.

**Задачи дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии»:**

- изучение содержательных основ предмета исследований, понятийного аппарата и методологической базы дисциплины;
- приобретение студентами знаний о строении, свойствах, функциях, регуляции и роли ферментов в метаболизме, а также практических навыков работы с ферментами, определения их активности, свойств;
- приобретение студентами специализированных знаний о биохимических процессах, реакциях и метаболических путях, с помощью которых клетки живых организмов получают и преобразуют энергию;
- приобретение студентами знаний о катаболизме и синтезе различных биологических соединений: углеводов, липидов, аминокислот, нуклеотидов;

- приобретение студентами знаний о биоинформационных процессах в клетке (хранении, реализации и передачи наследственной информации, устранении повреждений генома);

- приобретение студентом теоретических знаний и практических умений и навыков, необходимых для дальнейшего успешного освоения таких дисциплин, как прикладная молекулярная биология, теоретические основы биотехнологии, микробиология, ряда других специальных дисциплин.

Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» преподается в 5-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», профиль «Биотехнология», направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

### ***Общепрофессиональных, в т.ч.:***

- способности использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);

- владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6).

### ***Профессиональных, в т.ч.:***

- способности обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);

- владения основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способности проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);

- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

### ***Знать:***

3. биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;

4. основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот;
5. понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов;
6. обмен веществ и энергии в клетке;
7. основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах;
8. строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;
9. молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации;
10. молекулярный инструментарий генной инженерии;
11. генетические основы эволюции.

***Уметь:***

- определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;
- анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке;
- осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения;
- анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.

***Владеть:***

- методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов;
- методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ;

### **3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

| Вид учебной работы | Объем дисциплины |
|--------------------|------------------|
|--------------------|------------------|

|   | <b>ЗЕ</b>      | <b>Акад. ч.</b> | <b>Астр.ч<br/>.</b> |
|---|----------------|-----------------|---------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>              | <b>4,0</b>     | <b>144</b>      | <b>108</b>          |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>    | <b>1,33</b>    | <b>48</b>       | <b>36</b>           |
| Лекции (Лек)                                      | 0,44           | 16              | 12                  |
| Практические занятия (ПЗ)                         | 0,89           | 32              | 24                  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                     | <b>1,67</b>    | <b>60</b>       | <b>45</b>           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины      | 1,67           | 60              | 45                  |
| <b>Вид контроля:</b>                              |                |                 |                     |
| <b>Экзамен</b>                                    | <b>1</b>       | <b>36</b>       | <b>27</b>           |
| <b>Контактная работа-промежуточная аттестация</b> | <b>1</b>       | <b>0,4</b>      | <b>0,3</b>          |
| <b>Подготовка к экзамену</b>                      |                | <b>35,6</b>     | <b>26,7</b>         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                    | <b>Экзамен</b> |                 |                     |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы и виды занятий

| № п/п           | Раздел дисциплины  | Акад. часов |          |                      |                     |                        |         |
|-----------------|--|-------------|----------|----------------------|---------------------|------------------------|---------|
|                 |  | Всего       | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Экзамен |
| <b>Раздел 1</b> | <b>Энзимология</b>   | <b>34</b>   | <b>4</b> | <b>12</b>            | <b>0</b>            | <b>18</b>              |         |
| 1.1             | Основы ферментативного катализа, кинетика ферментативных реакций, свойства ферментов, прикладная энзимология.              | 14          | 1        | 6                    | 0                   | 7                      |         |
| 1.2             | Классы ферментов: номенклатура, деление на подклассы, примеры реакций, кофакторы, механизмы.                               | 20          | 3        | 6                    | 0                   | 11                     |         |
| <b>Раздел 2</b> | <b>Метаболизм</b>  | <b>36</b>   | <b>6</b> | <b>10</b>            | <b>0</b>            | <b>20</b>              |         |
| 2.1             | Понятия анаболизма, катаболизма и амфиболизма.   | 3,5         | 0,5      | 1                    | 0                   | 2                      |         |
| 2.2             | Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.   | 9           | 2        | 2                    | 0                   | 5                      |         |
| 2.3             | Метаболизм аминокислот.  | 5           | 1        | 2                    | 0                   | 2                      |         |
| 2.4             | Метаболизм нуклеотидов.  | 4           | 1        | 1                    | 0                   | 2                      |         |
| 2.5             | Метаболизм жирных кислот и липидов.  | 7           | 1        | 2                    | 0                   | 4                      |         |
| 2.6             | Взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма, регуляция биохимических путей.   | 7,5         | 0,5      | 2                    | 0                   | 5                      |         |
| <b>Раздел 3</b> | <b>Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации</b> | <b>38</b>   | <b>6</b> | <b>10</b>            | <b>0</b>            | <b>22</b>              |         |
| 3.1             | Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов.                                       | 6,5         | 0,5      | 1                    | 0                   | 5                      |         |
| 3.2             | Репликация ДНК.  | 4,5         | 1        | 1                    | 0                   | 2,5                    |         |

|     |  |            |           |           |          |           |           |
|-----|--|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 3.3 | Репарация ДНК.                                     | 4,5        | 1         | 1         | 0        | 2,5       |           |
| 3.4 | Рекомбинация ДНК.                                  | 4,5        | 1         | 1         | 0        | 2,5       |           |
| 3.5 | Транскрипция.                                      | 4,5        | 0,5       | 2         | 0        | 2         |           |
| 3.6 | Трансляция.  | 5,5        | 1         | 2         | 0        | 2,5       |           |
| 3.7 | Понятие гена в молекулярно биологических терминах. | 3,5        | 0,5       | 1         | 0        | 2         |           |
| 3.8 | Понятие о генетической инженерии.                  | 4,5        | 0,5       | 1         | 0        | 3         |           |
|     | Подготовка к экзамену                              | 36         |           |           |          |           | 36        |
|     | <b>ИТОГО</b>                                       | <b>144</b> | <b>16</b> | <b>32</b> | <b>0</b> | <b>60</b> | <b>36</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Энзимология.

**1.1. Основы ферментативного катализа.** Природа ферментов и их свойства как белков, и как биокатализаторов. Кинетика ферментативных реакций, регуляция ферментативной активности, ингибирование, активация. Субстратная специфичность ферментов, ее виды. Активный центр, центр связывания субстрата, регуляторный центр молекулы фермента. Влияние физико-химических условий на скорость ферментативных реакций, прикладная энзимология.

**1.2. Основы энзимологии.** Систематика ферментов. Простые и сложные ферменты (холоферменты), мультиферментные комплексы. Класс оксидоредуктаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс трансфераз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс гидролаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс лиаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс изомераз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс лигаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Основные механизмы ферментативного катализа.

### Раздел 2. Метаболизм.

**2.1. Понятия анаболизма, катаболизма и амфиболизма.** Общие принципы обмена веществ и энергии у живых систем.

**2.2. Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.**

**Катаболизм углеводов.** Расщепление углеводов в пищеварительном тракте. Амилолитические ферменты, их характеристика.

Анаэробное расщепление глюкозы. Гликолиз. Пентозофосфатный цикл. Субстратное фосфорилирование ADP. Энергетический баланс процессов. Суммарные уравнения гликолиза, пентозофосфатного цикла. Регуляция гликолиза на уровне гексокиназы, фосфофруктокиназы, пируваткиназы. Регенерация  $\text{NAD}^+$ , роль лактатдегидрогеназы в этом процессе. Спиртовое брожение.

Аэробный метаболизм пирувата. Митохондрии: структура и энергетические функции. Окислительное декарбоксилирование пирувата.

Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса. Регуляция активности пируватдегидрогеназного комплекса.

Цикл лимонной кислоты. Суммарное уравнение окисления ацетил-СоА в цикле Кребса и энергетический баланс процесса.

Окисление NADH и FADH<sub>2</sub> в дыхательной цепи. Сопряжение синтеза АТФ с переносом электронов и протонов от NADH и FADH<sub>2</sub> к молекулярному кислороду. Хемииосмотическая теория Митчелла. Компоненты дыхательной цепи: флавопротеины, железосерные белки, коэнзим Q, цитохромы b, c<sub>1</sub>, c, a, a<sub>3</sub>. Топография дыхательных переносчиков в редокс-цепи. Энергетический баланс процесса. Образование активных форм кислорода и способы защиты от них.

**Фотосинтез.** Фотосинтетический аппарат растений и его локализация в хлоропластах. Темновая и световая стадии фотосинтеза. Фотосистемы I и II. Образование АТФ. Расщепление воды, генерация молекулярного кислорода. Синтез глюкозы. C<sub>3</sub> и C<sub>4</sub> растения. Особенности фотосинтеза у C<sub>4</sub> растений.

**Биосинтез углеводов.** Глюконеогенез. Биосинтез полисахаридов. Образование крахмала, гликогена.

**2.3. Метаболизм аминокислот.** Катаболизм аминокислот. Дезаминирование, судьба углеродных скелетов аминокислот. Синтез некоторых аминокислот семейства глутаминовой и аспарагиновой кислот, серина.

**2.4. Метаболизм нуклеотидов.** Синтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Распад нуклеотидов, образование мочевой кислоты. Нарушения метаболизма нуклеотидов.

**2.5. Метаболизм жирных кислот и липидов.**

**Катаболизм липидов.** Липолитические ферменты: липаза, фосфолипазы, сфингомиелиназы. Эмульгирование жиров при их переваривании в пищеварительном тракте, роль желчных кислот. Катаболизм жирных кислот. Активирование жирных кислот, роль в этом процессе ацил-СоАсинтетазы. Механизм β-окисления насыщенных жирных кислот с четным числом углеродных атомов. Особенности окисления жирных кислот с нечетным числом атомов углерода. Суммарное уравнение β-окисления жирных кислот, энергетический выход процесса.

**Биосинтез жирных кислот и триацилглицеролов.** Биосинтез жирных кислот. Строение комплекса синтазы жирных кислот. Механизм наращивания углеродной цепи жирной кислоты. Циклический характер биосинтеза жирных кислот. Суммарное уравнение биосинтеза пальмитиновой кислоты. Энергетические затраты на синтез жирных кислот. Биосинтез триацилглицеролов.

**2.6. Взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма, регуляция биохимических путей.** Регуляция метаболизма путем изменения активности и количества ферментов. Согласованность клеточного метаболизма с физиологическими потребностями организма. Внеклеточная регуляция гормонами. Аденилатциклаза и образование вторичного посредника – сАМР. сАМР – аллостерический регулятор протеинкиназ, участвующих в фосфорилировании различных внутриклеточных белков.

### **Раздел 3. Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации.**

**3.1. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов.** ДНК: особенности строения и пространственной структуры. РНК: особенности строения и пространственной структуры различных типов РНК.

**3.2. Репликация ДНК.** Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Репликация ДНК *in vitro* и ее практическое применение – полимеразная цепная реакция.

**3.3. Репарация ДНК.** Механизм, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот.

**3.4. Рекомбинация ДНК.** Основные виды и механизм процесса, ферменты, участвующие в процессе.

**3.5. Транскрипция.** Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Процессинг первичных транскриптов в про- и эукариотических клетках. Сплайсинг.

**3.6. Трансляция.** Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Генетический код. Белоксинтезирующий аппарат клетки. Ингибиторы трансляции.

Посттрансляционное сворачивание белковой молекулы. Шапероны.  
Посттрансляционная модификация белков.

**3.7. Понятие гена в молекулярно биологических терминах.** Ген как последовательность нуклеотидов ДНК. Основная догма молекулярной биологии и ее нарушения. Обратная транскриптаза. Регуляция биосинтеза белка в клетках про- и эукариот. Регуляция транскрипции, трансляции. Теория оперона. Структура lac-оперона у *E. coli*.

**3.8. Понятие о генетической инженерии.** Методы секвенирования ДНК. Методы клонирования ДНК и получения рекомбинантных штаммов-продуцентов практически ценных биологически активных веществ.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Разделы дисциплины |   |   |
|--|---|--------------------|---|---|
|  |   | 1                  | 2 | 3 |
| <b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции</i>:</b> |   |                    |   |   |
| 1  | способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3)  | +                  | + | + |
| 2  | владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6).   | +                  | + | + |
| 3  | способности обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4)  | +                  | + | + |
| 4  | владения основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способности проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9) | +                  |   | + |
| 5  | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10)   | +                  | + | + |
| <b><i>Знать:</i></b>   |   |                    |   |   |
| 6  | биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц   |                    | + | + |
| 7  | основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот  |                    | + |   |
| 8  | понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов                                       | +                  |   |   |
| 9  | обмен веществ и энергии в клетке  |                    | + |   |
| 10   | основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах   |                    | + |   |
| 11   | строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов  |                    |   | + |
| 12   | молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации  |                    |   | + |
| 13   | молекулярный инструментарий геной инженерии   |                    |   | + |
| 14   | генетические основы эволюции  |                    |   | + |
| <b><i>Уметь:</i></b>   |   |                    |   |   |
| 15   | определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса   |                    | + |   |
| 16   | анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке  |                    | + | + |

|                        |   |   |   |   |
|------------------------|---|---|---|---|
| 17                     | осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения | + |   |   |
| 18                     | анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию  |   | + |   |
| 19                     | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ  | + | + | + |
| <b><i>Владеть:</i></b> |   |   |   |   |
| 20                     | методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов  | + |   |   |
| 21                     | методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ               | + |   |   |
| 22                     | методами планирования, проведения и обработки экспериментов   | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п        | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий  | Часов     |
|--------------|----------------------|--|-----------|
| 1            | 1.1                  | Основы ферментативного катализа, кинетика ферментативных реакций, свойства ферментов, прикладная энзимология.            | 6         |
| 2*           | 1.2                  | Классы ферментов: номенклатура, деление на подклассы, примеры реакций, кофакторы, механизмы.                             | 5         |
| 3            | 2.1                  | Понятия анаболизма, катаболизма и амфиболизма.   | 1         |
| 4            | 2.2                  | Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.   | 3         |
| 5            | 2.3,                 | Метаболизм аминокислот.  | 2         |
| 6            | 2.4                  | Метаболизм нуклеотидов.  | 1         |
| 7            | 2.5                  | Метаболизм жирных кислот и липидов.  | 2         |
| 8*           | 2.6                  | Взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма, регуляция биохимических путей.   | 2         |
| 9            | 3.1                  | Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов.                                     | 1         |
| 10           | 3.2, 3.3, 3.4        | Процессы хранения, восстановления и передачи по наследству генетической информации: репликация, репарация, рекомбинация. | 3         |
| 11           | 3.5, 3.6, 3.7        | Процесс реализации генетической информации: транскрипция, трансляция, понятие гена и регуляция экспрессии генов.         | 4         |
| 12*          | 3.8                  | Понятие о генетической инженерии.  | 2         |
| <b>ВСЕГО</b> |                      |  | <b>32</b> |

\*Промежуточный контроль

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «Основы биохимии и молекулярной биологии» не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного материала лекций и практических занятий (семинаров) с обработкой, дополнением и систематизацией материала в виде конспектов, таблиц и т.д.,
- подготовку к промежуточным контрольным работам,
- работу с электронно-библиотечными системами,
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка – 40 баллов).

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за вопрос 3.**

#### **Вопрос 1.1.**

Класс оксидоредуктаз: номенклатура, основные группы ферментов с примерами реакций, кофакторы и коферменты оксидоредуктаз с примерами конкретных ферментов и катализируемых ими реакций. Механизм действия алкогольдегидрогеназы.

#### **Вопрос 1.2.**

Зависимость активности ферментов от рН (примеры ферментов с кислым, нейтральным и щелочным оптимумом) и температуры. Чем она объясняется?

#### **Вопрос 1.3.**

2. Напишите уравнения реакций, укажите кофакторы (если есть) для ферментов: трипсин, сукцинатдегидрогеназа, цитратсинтаза, гомосериндегидрогеназа, метионин аденозилтрансфераза. К какому классу относятся данные ферменты?

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за вопрос 3.**

**Вопрос 2.1.**

Темновая стадия фотосинтеза и ее значение.

**Вопрос 2.2.**

Как протекает спиртовое брожение? Какой метаболический путь используется у дрожжей для превращения глюкозы в спирт. Приведите уравнения реакций и названия ферментов. Почему клетки человека не способны осуществлять спиртовое брожение?

**Вопрос 2.3.**

Сравните энергетический эффект аэробного катаболизма углеводов и жиров.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за вопрос 3.**

**Вопрос 3.1.**

Понятие о матричных биосинтезах (МБ). Дайте общее определение и определение каждого МБ известного Вам. В чем заключается их сходство, в чем – отличие?

**Вопрос 3.2.**

Заполните пропуски в следующих утверждениях:

А. \_\_\_\_\_ катализирует синтез РНК-копии на цепи ДНК в ходе процесса, называемого \_\_\_\_\_.

Б. Синтез РНК начинается на \_\_\_\_\_ ДНК и заканчивается на особом участке ДНК, называемом \_\_\_\_\_.

**Вопрос 3.3.**

Приведена часть нуклеотидной последовательности гена

5'GCAGGTCGCCTCAAGAAGCTTCCTCC3'

Постройте комплементарную ей, запишите в координатах (5'→3') и транслируйте участок гена со всех возможных рамок считывания (в

трехбуквенном виде). С первой возможной рамки считывания приведите полную структурную формулу пептида.

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5-ый семестр – зачет с оценкой)**

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

1. Общие представления о ферментах, ферментативном катализе.
2. Свойства ферментов как белков и биокатализаторов.
3. Кинетика ферментативных реакций, виды и типы ингибирования.
4. Строение ферментов, понятие и примеры кофакторов, мультиферментных комплексов, конъюгатов, ансамблей.
5. Оксидоредуктазы – дегидрогеназы (номенклатура, классификация, примеры, строение, коферменты, механизм действия ЛДГ). Оксигеназы, оксидазы, пероксидазы, NO-синтаза. Роль монооксигеназ в обезвреживании ксенобиотиков.
6. Трансферазы (номенклатура, классификация, примеры в различных подклассах, строение, коферменты, механизм действия аминотрансферазы). Роль трансфераз в обезвреживании ксенобиотиков.
7. Гидролазы (номенклатура, классификация, примеры в разных подклассах, строение, коферменты, механизм действия ХТ). Гидролазы пищеварительного тракта.
8. Лиазы (номенклатура, классификация, примеры в разных подклассах, строение, коферменты, механизм действия пируватдекарбоксилазы).
9. Изомеразы (номенклатура, классификация, примеры в разных подклассах, строение, коферменты).
10. Лигазы (синтетазы) (номенклатура, классификация, примеры в разных подклассах, строение, коферменты).
11. Общее представление о метаболизме: катаболизм, анаболизм. Виды фосфорилирования.

12. Гликолиз: ферменты и реакции. Суммарное уравнение, энергетический баланс процесса. Гликолиз: локализация, функции, регуляция. Брожение (превращение пирувата) в анаэробных условиях. Глюконеогенез.
13. ПФЦ: локализация, стадии, реакции, функции. Транскетолаза, трансальдолаза. Суммарное уравнение.
14. Аэробный метаболизм пирувата. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса.
15. Митохондрии: структура и энергетические функции.
16. Цикл лимонной кислоты. Ферменты и реакции. Суммарное уравнение окисления ацетил-СоА в цикле Кребса и энергетический баланс процесса.
17. Окисление NADH и FADH<sub>2</sub> в дыхательной цепи. Строение и состав дыхательной цепи в митохондриях. Сопряжение синтеза АТФ с переносом электронов и протонов от NADH и FADH<sub>2</sub> к молекулярному кислороду. Хемииосмотическая теория Митчелла.
18. Энергетический баланс процесса аэробного окисления глюкозы.
19. Фотосинтез. Фотосинтетический аппарат растений и его локализация в хлоропластах. Темновая и световая стадии фотосинтеза. Фотосистемы I и II. Образование АТФ. Расщепление воды, генерация молекулярного кислорода. Фиксация CO<sub>2</sub>. Синтез глюкозы. Цикл Кальвина. C<sub>3</sub> и C<sub>4</sub> растения. Особенности фотосинтеза у C<sub>4</sub> растений.
20. Катаболизм липидов. Липолитические ферменты: липаза, фосфолипазы. Эмульгирование жиров при их переваривании в пищеварительном тракте, роль желчных кислот.
21. Катаболизм жирных кислот. Активирование жирных кислот, роль в этом процессе ацил-СоАсинтетазы. Механизм β-окисления насыщенных жирных кислот с четным числом углеродных атомов. Суммарное уравнение β-окисления жирных кислот, энергетический выход процесса.

22. Биосинтез жирных кислот и триацилглицеролов. Биосинтез жирных кислот. Строение синтазы жирных кислот. Механизм наращивания углеродной цепи жирной кислоты. Циклический характер биосинтеза жирных кислот. Суммарное уравнение биосинтеза пальмитиновой кислоты. Энергетические затраты на синтез жирных кислот.

23. Метаболизм аминокислот. Катаболизм (виды дезаминирований, судьба углеродного остова, глюкогенные, кетогенные АК и глюко-кетогенные АК).

24. Катаболизм фенилаланина, фенилкетонурия.

25. Судьба избыточного азота из АК – цикл мочевины.

26. Фиксация молекулярного азота, реакции включения неорганического азота в органические соединения.

27. Биосинтез АК (семейства глутамата (глутамин, пролин, орнитин, аргинин), аспартата (аспарагин, лизин, треонин, изолейцин, метионин), пирувата (аланин, валин, лейцин), серина (глицин, цистеин), ароматических АК и гистидина, *p*-аминобензойной кислоты и фолиевой кислоты у микроорганизмов, механизм действия сульфаниламидов).

28. Метаболизм нуклеотидов. Биосинтез нуклеотидов: синтез *de novo*, реутилизация азотистых оснований.

29. Биосинтез пуриновых нуклеотидов: образование ФРПФ, путь синтеза IMP схематично. Роль фолиевой кислоты, дигидрофолатредуктазы и серингидроксиметилазы.

30. Катаболизм пуриновых нуклеотидов, подагра, аллопуринол и механизм его фармакологической активности.

31. Биосинтез пиримидиновых нуклеотидов схематично: образование карбамоилфосфата, реакция с аспартатом, синтез оротата, реакция с ФРПФ, образование UMP, UDP, UTP, CTP.

32. Катаболизм пиримидиновых нуклеотидов на примере UMP.

33. Образование дезоксирибонуклеотидов (dADP, dGDP, dCDP, dUDP), рибонуклеотидредуктаза. Синтез dTMP из dUMP, тимидилатсинтаза.

34. Метаболизм нуклеотидов с т.з. поиска лекарств от рака: мишени (тимидилатсинтаза, дигидрофолатредуктаза), и ингибиторы (5-фторурацил, антифолаты).

35. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК: особенности строения и пространственной структуры.

36. Репликация ДНК. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Теломераза и ее функции.

37. Виды, причины и последствия повреждения ДНК. Классификация мутаций. Виды генных мутаций и их влияние на синтез молекул белка.

38. Репарация ДНК. Механизм, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. SOS-ответ у прокариот.

39. Транскрипция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Процессинг первичных транскриптов в эукариотических клетках. Сплайсинг, альтернативный сплайсинг.

40. Понятие гена в молекулярно биологических терминах. Ген как последовательность нуклеотидов ДНК. Основная догма молекулярной биологии и ее нарушения.

41. Регуляция транскрипции у про- и эукариот. Теория оперона. Структура lac-оперона у *E. coli*, регуляция экспрессии гена галактозидазы.

42. Трансляция. Основные реакции трансляции. Трансляция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Генетический код. Белоксинтезирующий аппарат клетки.

43. Понятие о генетической инженерии. Методы секвенирования ДНК. ПЦР. Методы клонирования ДНК и получения рекомбинантных штаммов-продуцентов практически ценных биологически активных веществ.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### **8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (5-ый семестр).**

Экзамен по дисциплине «Основы биохимии и молекулярной биологии» проводится в 5-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

#### Пример билета для экзамена

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии</p> <p>_____ В.И. Панфилов</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>   | <p>Министерство науки и высшего образования и науки РФ</p>                            |
|   | <p><b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b></p> |
|   | <p>Кафедра биотехнологии</p>  |
|   | <p><b>19.03.01 «Биотехнология»</b></p>  |
|   | <p>Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии»</p>                           |
| <p><b>Билет № 1</b></p>   |   |
| <p>1. Оксидоредуктазы – дегидрогеназы (номенклатура, примеры, строение, кофакторы, механизм действия ЛДГ).</p> <p>2. Гликолиз.</p> <p>3. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК: особенности строения и пространственной структуры.</p> |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 1 – Курс лекций. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 156 с.
2. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 2 – Информационные материалы к лекциям. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 104 с.
3. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.
4. Луценко Н.Г. Лабораторные работы по энзимологии. – М., РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2006. – 84 с.

#### Б. Дополнительная литература

1. Луценко Н.Г. Начала биохимии. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 254 с.
2. Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник/под ред. С.Е. Северина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 624 с.
3. Ленинджер А. Основы биохимии. Т. 1-3. – М, Мир. – 1985.

4. Биохимия: уч. для мед. вузов. Под ред. Северина Е.С. – М., ГЭОТАР-МЕД, 2003. - 784 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

## 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для изучения данной дисциплины необходима учебная аудитория, оснащенная «автоматизированным рабочим местом преподавателя» и средствами для презентации лекций.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (перечень заданий контрольных работ (общее число вариантов заданий – 150);

- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>

– банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вариантов заданий – 50).

#### **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

### **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы биохимии и молекулярной биологии» проводятся в форме лекций, практических (семинаров) и лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран, интерактивная доска) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в сеть “Интернет”.

Учебная биохимическая лаборатория, оснащенная оборудованием, приборами и принадлежностями в соответствии с темами работ лабораторного практикума по «Основы биохимии и молекулярной биологии».

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные принтером и программными средствами, проекторы и экраны, копировальные аппараты, локальная сеть с выходом в “Интернет”.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса (отдельные страницы презентаций лекций, материал для практических занятий), варианты контрольных работ, экзаменационные билеты).

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта | Реквизиты договора поставки | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии |
|-------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
|-------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|

|   |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| 1 | <p>Microsoft Office Professional Plus 2019</p> <p>В составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p><b>InfoPath</b></p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>  | <p>12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.</p>   |
| 2 | <p>Micosoft Office Standard 2013</p>   | <p>Контракт № 62-64ЭА/2013</p>                | <p>бессрочная</p>  | <p>Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.</p>   |
| 3 | <p>O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:</p> <p>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word 365<br/>Excel 365<br/>PowerPoint 365<br/>Microsoft Teams</p>  | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>  | <p>12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> |
| 4 | <p>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.</p>  | <p>Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021</p> | <p>12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на</p>                              | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> |

|   |   |   |   |            |
|---|---|---|---|------------|
|   |   |   | обновлённую версию продукта)                                    |            |
| 5 | ABBYY<br>FineReader 10<br>Professional<br>Edition                         | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 6 | CorelDRAW<br>Graphics Suite<br>X5 Education<br>License                    | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 7 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>BioOffice ultra | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 8 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw pro    | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 9 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw ultra  | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 |   | бессрочная |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов    | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|--------------------------|---|--|
| Раздел 1.<br>Энзимология | <p><i>Знает:</i><br/>понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов;</p> <p><i>Умеет:</i><br/>осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения;<br/>проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i><br/>методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов;<br/>методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ;<br/>методами планирования, проведения и обработки экспериментов;<br/>правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.</p> | <p>Оценка за промежуточный рейтинговый контроль (контрольная работа № 1).<br/>Оценка за экзамен.</p> |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>Раздел 2.<br/><b>Метаболизм</b></p>  | <p><i>Знает:</i><br/>биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;<br/>основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот;<br/>обмен веществ и энергии в клетке;<br/>основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах;</p> <p><i>Умеет:</i><br/>определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;<br/>анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке;<br/>анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию;<br/>проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i><br/>методами планирования, проведения и обработки экспериментов;<br/>правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.</p> | <p>Оценка за промежуточный рейтинговый контроль (контрольная работа № 2).<br/>Оценка за экзамен.</p> |
| <p>Раздел 3.<br/><b>Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации</b></p> | <p><i>Знает:</i><br/>биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;<br/>строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;<br/>молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации;<br/>молекулярный инструментарий геномной инженерии;<br/>генетические основы эволюции.</p> <p><i>Умеет:</i><br/>анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке;<br/>проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p>  | <p>Оценка за промежуточный рейтинговый контроль (контрольная работа № 3).<br/>Оценка за экзамен.</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p><i>Владеет:</i><br/>методами планирования, проведения и обработки экспериментов;<br/>правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.</p> |  |
|--|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Основы биохимии и молекулярной биологии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Общая биология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена

к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии В.Д. Грошевой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол №\_\_.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Общая биология» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области школьного курса органической химии и биологии.

**Цель** дисциплины «Общая биология» дать студенту целостное представление об основных закономерностях развития живой природы, биологического разнообразия живого, строении клетки, как элементарной единицы живого.

**К задачам** изучения дисциплины следует отнести:

- получение знаний об основных биологических процессах в клетке, основных способах размножения и развития организмов, теории эволюции и знаний об основах генетики

- овладение основным терминологическим аппаратом, работой с научно-технической информацией, методами анализа и представления полученной информации.

Дисциплина «Общая биология» преподается в 3-ем семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4);

- владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основные различия живых и неживых систем;

- строение, состав и физиологическую роль клеточной стенки и цитоплазматической мембраны; внутриклеточных органелл;
  - химическую организацию, строение и функции клеток эукариотов и прокариотов
  - структуру нуклеиновых кислот и принцип матричного синтеза как основу наследственных свойств живых систем
  - генетический код и его свойства
  - основные этапы биосинтеза белка
  - теоретические основы и практические достижения биологии развития
  - сущность процессов, протекающих в организме и закономерности взаимодействия организма с окружающей средой
  - базовые представления о разнообразии биологических объектов
  - основы теории эволюции
- уметь:*
- выбирать технические средства для решения поставленных задач
  - логично интерпретировать полученную информацию;
  - анализировать полученные результаты
- владеть:*
- основными понятиями биологии.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.  |
|--|------------------------|------------|-----------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,33</b>            | <b>48</b>  | <b>36</b> |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                      | 0          | 0         |
| Лекции (Лек)   | 0,44                   | 16         | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                      | 0          | 0         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,89                   | 32         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                      | 0          | 0         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,67</b>            | <b>60</b>  | <b>45</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 1,67                   | 59,6       | 44,7      |
| Контактная самостоятельная работа                      |                        | 0,4        | 0,3       |
| <b>Зачёт с оценкой</b>                                 | +                      | +          | +         |
| <b>Вид итогового контроля</b>                          | <b>Зачёт с оценкой</b> |            |           |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИН

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины   | Акад. часов |                          |        |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|-------|---|-------------|--------------------------|--------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|       |   | Всего       | в т.ч. в форме пр. подг. | Лекции | в т.ч. в форме пр. подг. | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг. | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг. | Самостоятельная работа |
| 1     | <b>Раздел 1. Введение в предмет</b>   | 2           | 0                        | 2      | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 0                      |
| 2     | <b>Раздел 2. Основы цитологии</b>   | 50          | 0                        | 6      | 0                        | 16                   | 0                        | 0                   | 0                        | 28                     |
| 2.1   | Содержание химических элементов и органических веществ в клетке, их функции.  | 20          | 0                        | 2      | 0                        | 8                    | 0                        | 0                   | 0                        | 10                     |
| 2.2   | Строение и функции прокариотической и эукариотической клетки  | 15          | 0                        | 2      | 0                        | 4                    | 0                        | 0                   | 0                        | 9                      |
| 2.3   | Жизненный цикл клетки. Строение хромосомы эукариотической клетки. Митоз, мейоз.   | 15          | 0                        | 2      | 0                        | 4                    | 0                        | 0                   | 0                        | 9                      |
| 3     | <b>Раздел 3. Размножение и индивидуальное развитие организмов</b>   | 24          | 0                        | 4      | 0                        | 8                    | 0                        | 0                   | 0                        | 12                     |
| 3.1   | Формы размножения живых организмов. Гаметогенез.  | 12          | 0                        | 2      | 0                        | 4                    | 0                        | 0                   | 0                        | 6                      |
| 3.2   | Индивидуальное развитие организмов. Дифференциация клеток – факторы и регуляция этого процесса.                                 | 12          | 0                        | 2      | 0                        | 4                    | 0                        | 0                   | 0                        | 6                      |
| 4.    | <b>Раздел 4. Основы генетики. Теория эволюции</b>   | 44          | 0                        | 4      | 0                        | 8                    | 0                        | 0                   | 0                        | 20                     |
| 4.1   | Основы генетики. Материальные и молекулярные основы наследственности. Основные законы Менделя. Методы генетических исследований | 16          | 0                        | 2      | 0                        | 4                    | 0                        | 0                   | 0                        | 10                     |
| 4.2   | Эволюция организмов. Разнообразие живых организмов. Современная систематика   | 16          | 0                        | 2      | 0                        | 4                    | 0                        | 0                   | 0                        | 10                     |
|       | <b>ИТОГО</b>  | 108         | 0                        | 16     | 0                        | 32                   | 0                        | 0                   | 0                        | 60                     |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Введение в предмет.**

Свойства живого. Саморегуляция и уровни организации живых систем. Биология, как совокупность наук, изучающих структуру, функционирование и разнообразие живых систем на разных уровнях организации.

### **Раздел 2. Основы цитологии.**

2.1. Химическая организация клетки. Содержание химических элементов и органических веществ в клетке и их функции. Биополимеры клетки. Строение и функции органелл клетки.

2.2. Основные метаболические процессы, происходящие в клетке. Хемосинтез. Биосинтез белка. Этапы энергетического обмена.

2.3. Основное содержание и значение периодов жизненного цикла клетки. Варианты клеточного цикла. Интерфаза. Виды интерфаз. Митоз и мейоз. Эндорепродукция (эндомитоз и политения). Мейоз как способ образования половых клеток.

### **Раздел 3. Размножение и индивидуальное развитие организмов.**

3.1. Формы размножения. Гаметогенез: сперматогенез и оогенез. Морфология половых клеток. Спорогенез (микроспорогенез и макроспорогенез).

3.2. Дифференциация клеток – факторы и регуляция этого процесса. Характеристика эмбрионального периода онтогенеза. Оплодотворение. Дробление. Образование зародышевых листков. Гистогенез. Механизмы эмбриогенеза. Тератогенные факторы. Критические периоды онтогенеза. Теории старения

### **Раздел 4. Основы генетики. Эволюция**

4.1 Основы классической генетики. Понятие о наследственности и изменчивости. Материальные и молекулярные основы наследственности. Основные законы Менделя. Методы генетических исследований.

4.2 Генетика популяций, микроэволюция, макроэволюция. Закономерности изменчивости: наследственная, модификационная. Мутации. Понятие «норма реакции». Разнообразие живых организмов.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 |
|----|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | <b><i>Знать:</i></b>  |             |             |             |             |
| 1  | основные различия живых и неживых систем;   | +           |             | +           |             |
| 2  | строение, состав и физиологическую роль клеточной стенки и цитоплазматической мембраны; внутриклеточных органелл;                       |             | +           |             |             |
| 3  | химическую организацию, строение и функции клеток эукариотов и прокариотов  |             | +           |             |             |
| 4  | структуру нуклеиновых кислот и принцип матричного синтеза как основу наследственных свойств живых систем                                |             | +           |             |             |
| 5  | теоретические основы и практические достижения биологии развития  |             |             | +           |             |
| 6  | сущность процессов, протекающих в организме и закономерности взаимодействия организма с окружающей средой;                              |             |             | +           | +           |
| 7  | основы теории эволюции  |             |             |             | +           |
| 8  | базовые представления о разнообразии биологических объектов   |             |             | +           | +           |
|    | <b><i>Уметь:</i></b>  |             |             |             |             |
| 9  | выбирать технические средства для решения поставленных задач  |             | +           | +           | +           |
| 10 | логично интерпретировать полученную информацию;   |             | +           | +           | +           |
| 11 | излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию   |             |             |             | +           |
|    | <b><i>Владеть:</i></b>  |             |             |             |             |
| 12 | - основными понятиями биологии  |             | +           | +           | +           |
|    | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><i>общепрофессиональные и профессиональные компетенции:</i></b> |             |             |             |             |

|    |  |  |   |   |   |
|----|--|--|---|---|---|
| 13 | способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);  |  |   | + | + |
| 14 | способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4); |  | + | + | + |
| 15 | владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);                                 |  | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | Раздел дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий  | Часы |
|-------|-------------------|--|------|
| 1     | 1                 | Химическая организация клетки. Содержание химических элементов и органических веществ в клетке и их функции. | 4    |
| 2     | 1                 | Биополимеры клетки. Строение и функции органелл клетки.  | 4    |
| 3     | 1                 | Основная биологическая догма биологии  | 4    |
| 4     | 2                 | Репликация ДНК   | 4    |
| 5     | 2                 | Размножение и индивидуальное развитие организмов.  | 4    |
| 6     | 2                 | Дифференциация клеток – факторы и регуляция этого процесса.  | 2    |
| 7     | 3                 | Основы классической генетики. Понятие о наследственности и изменчивости.                                     | 4    |
| 8     | 3                 | Эволюция организмов  | 4    |
| 9     | 3                 | Мутации. Разнообразие живых организмов.  | 2    |

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

Материалы заданий для самостоятельной работы приведены ниже.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками

рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

### 7.1. Примеры заданий к практическим занятиям

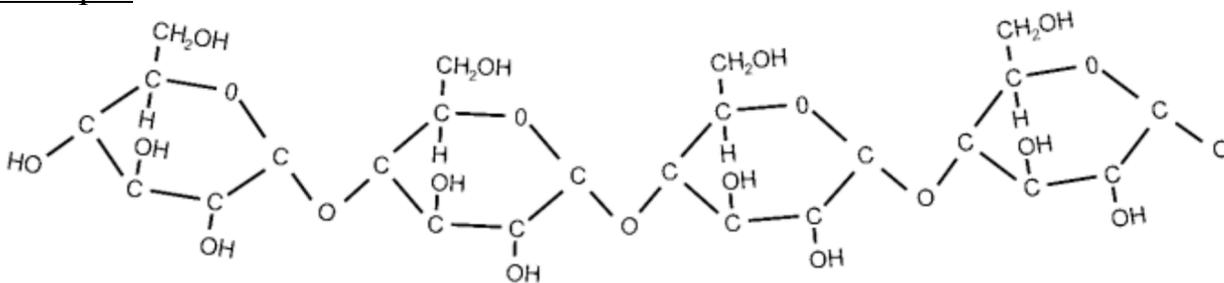
**К практическому занятию по теме:** «Химическая организация клетки. Содержание химических элементов и органических веществ в клетке и их функции»

#### 1 вопрос

98% макромолекул представлены основными элементами (C, O, N, P, H, S)

- 1) Какие из этих элементов входят в состав всех биологических макромолекул
- 2) Какие из радиоактивных элементов могут быть использованы для определения только белков

#### 2 вопрос



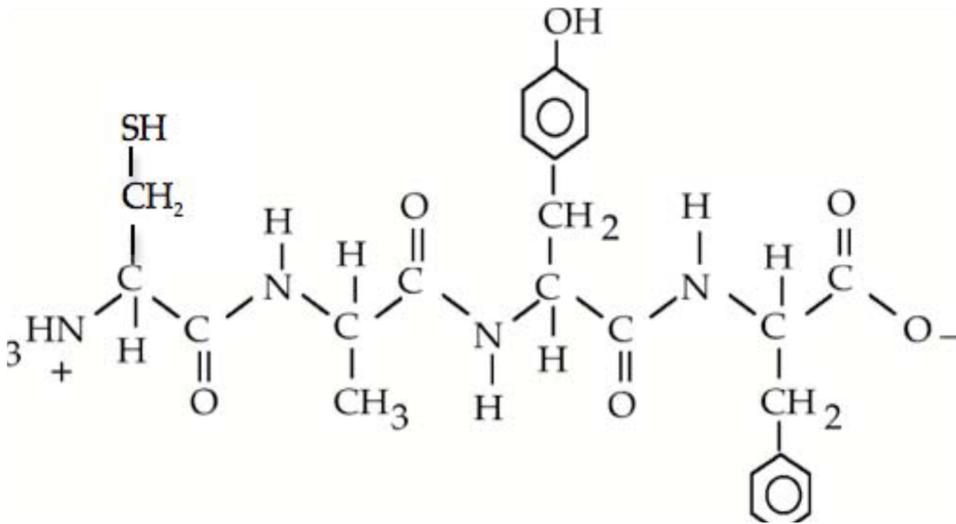
- 1) Определите класс соединений, к которому относится данная макромолекула
- 2) Обведите свойства, характерные для этого биополимера

Полярный   неполярный   заряженный   незаряженный   гидрофильный  
гидрофобный

- 3) Какая из связей (1 или 2) является гликозидной
- 4) Какие связи возникают между данными макромолекулами в водной среде. Ковалентная ионная водородная вандерваальсовы

#### 3 вопрос

Ниже представлен участок белка



- 1) Обведите все пептидные связи
- 2) Заключите в квадрат радикалы аминокислот
- 3) Какие из аминокислот являются гидрофильными, какие гидрофобными, какие могут быть фосфорилированы

4 вопрос

Распределите и обведите связи в молекулах

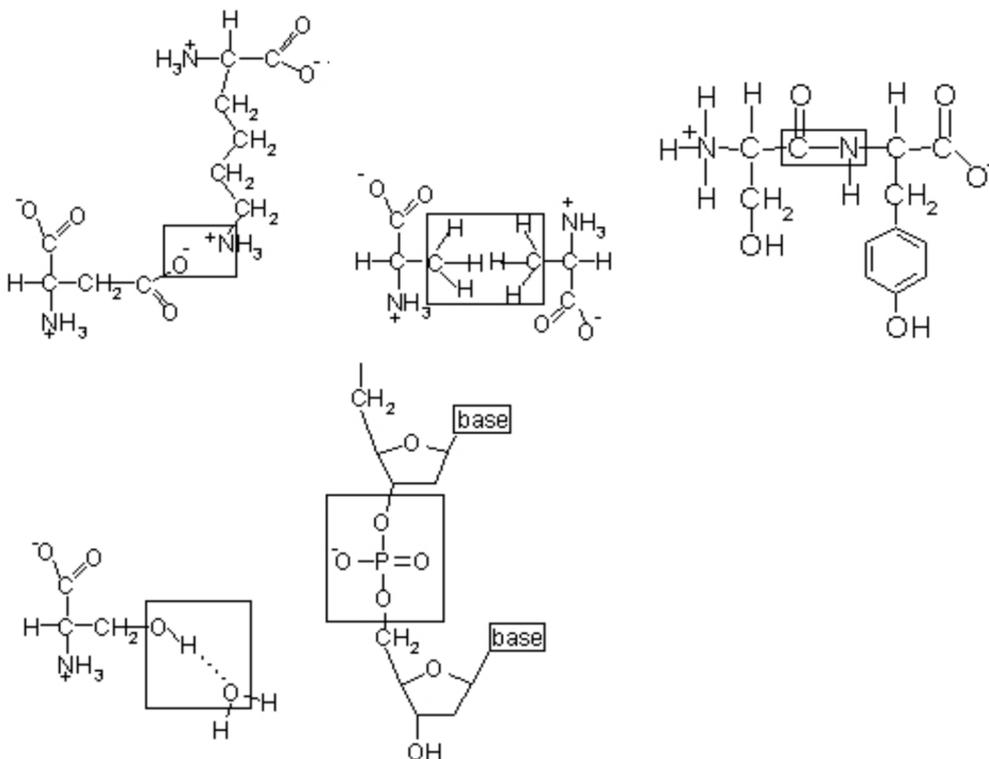
Водородная

Ионная

Фосфодиэфирная

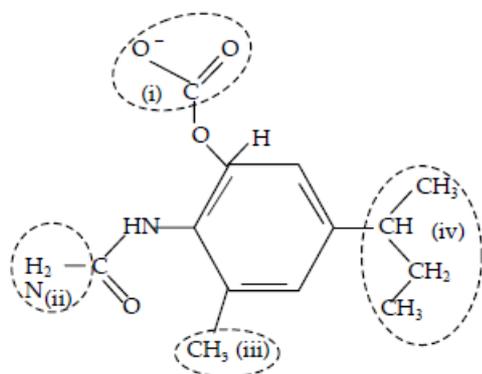
Ванн дер ваальсовы

Пептидная



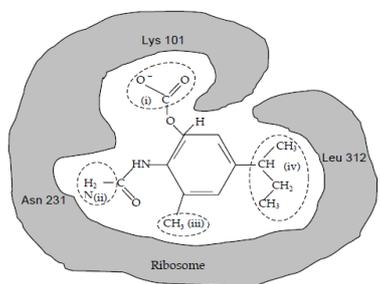
5 вопрос

- 1) На рисунке изображен лекарственный препарат, основная функция которого блокировать синтез белка на бактериальной рибосоме за счет связывания его с рибосомой. Выделенные части молекулы могут образовывать водородные, ионные связи или подвергаться гидрофобным взаимодействиям. Заполните таблицу, указывая в ячейках «да» если связи могут быть образованы и «нет» если не могут.



| Область молекулы | Может формировать водородную связь | Может формировать ионную связь | Может подвергаться гидрофобным взаимодействиям |
|------------------|------------------------------------|--------------------------------|--|
| I                |                                    |                                |  |
| II               |                                    |                                |  |
| III              |                                    |                                |  |
| IV               |                                    |                                |  |

- 2) Ниже представлен рисунок бактериальной рибосомы (*E.coli*) при взаимодействии с лекарством. Аминокислоты образуют соответствующие связи с молекулой лекарства. Может ли быть применимо данное лекарство для других бактериальных штаммов если известно, что в соответствующих позициях у них имеются следующие аминокислоты (табл)



For your information:

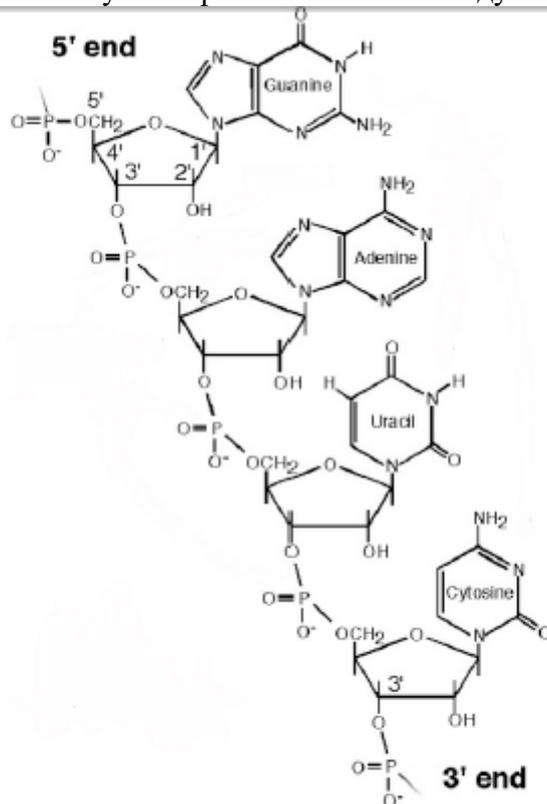
| Amino acid | Side chain  |
|------------|---|
| Ile        | CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>                             |
| Val        | CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>3</sub>   |
| Asn        | CH <sub>2</sub> CONH <sub>2</sub>   |
| Glu        | CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COO <sup>-</sup>                                |
| Lys        | (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>                    |
| Ser        | CH <sub>2</sub> OH  |
| Leu        | CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>3</sub>                             |
| Arg        | (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> NHC(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> <sup>+</sup> |

| Рибосома       | Аминокислота в позиции 312 | Аминокислота в позиции 231 | Аминокислота в позиции 101 |
|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <i>E. coli</i> | Leu                        | Asn                        | Lys                        |
| Бактерия 2     | Val                        | Ser                        | Glu                        |
| Бактерия 3     | Ile                        | Glu                        | Arg                        |

**практическому занятию по теме:2** «Биополимеры клетки. Структура и функции оргanelл клетки».

**1 Вопрос**

Назовите молекулу. Укажите пурины и пиримидины. Обозначьте пунктирной линией водородные связи, которые могут образовываться между комплиментарными основаниями



**2 вопрос**

Ниже представлена последовательность аминокислот в трансмембранном белке. Определите регион, который будет находиться в билипидном слое мембраны. Объясните свой выбор.

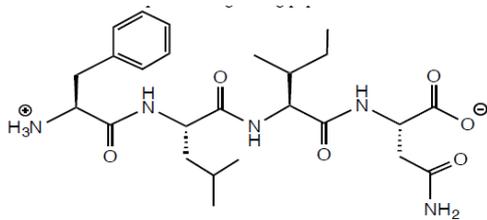
NH<sub>3</sub> - Glu - Trp - Asp - Arg - His - Asp - Phe - Glu - Ser - Gly - Pro - Thr - Phe - Ile - Trp - Leu - Ile - Trp - Leu - Val - Ile - Ala - Val - Leu - Phe - Leu - Leu - Ile - Trp - Ala - Val - Leu - Arg - Pro - Gly - Cys - Ser - Lys - Ala - Tyr - Ala - Lys - Val - Cys - Glu - COOH

**3 вопрос**

Какой из элементов (C, H, O, N, P, S) присутствует только в нуклеиновых кислотах

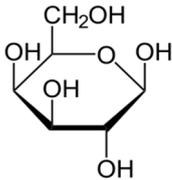
**4 вопрос**

Ниже представлена последовательность аминокислот в белке. Какая структура (первична. Вторичная или третичная изображена на рисунке). Дорисуйте аминокислоту глицин, которая присоединится к растущей цепи белка (от Nк C)



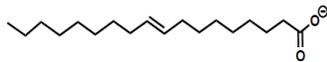
5 вопрос

Дана молекула галактозы. Изобразите димер состоящий из двух данных мономеров, соединенных с1 – с4 связями



6 вопрос

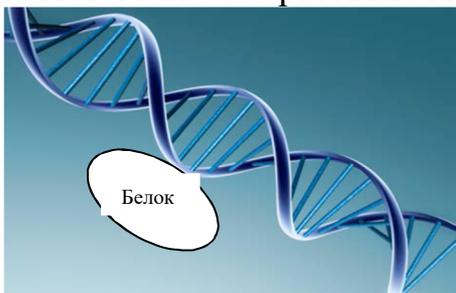
Ниже представлена жирная кислота. Является ли она насыщенной или ненасыщенной



Заключите в квадрат полярную часть молекулы, обведите неполярную часть

7 вопрос

Ниже представлена молекула ДНК, к которой присоединился белок. Выберите из представленных аминокислот те, которые могли бы входить в состав белка и образовывать связь с молекулой ДНК

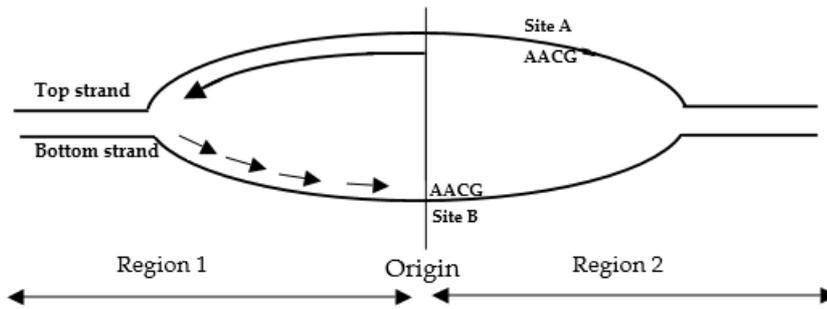


- А) Серин    Б) Глутаминовая кислота    В) Триптофан    Г) Лизин

**К практическому занятию по теме:3 «Репликация»**

1 вопрос

На рисунке представлена схема репликации в бактериальной клетке



- А) обозначьте 5 и 3 концы родительской и дочерней цепи ДНК
- Б) Какая из цепей лидирующая, а какая отстающая в регионе 2
- В) Репликация какой цепи может проходить в отсутствие РНК праймера
- Г) вы решили провести репликацию ДНК в пробирке, используя одноцепочечную линейную ДНК как матрицу и РНК праймер. Выберите из перечисленных белков те, которые вам понадобятся для одного цикла репликации
- Праймаза
  - ДНК полимераза
  - Рибонуклеаза
  - Топоизомераза
  - Лигаза
  - Геликаза
- Д) Почему бактериальные клетки имеют по одному репликону, а эукариотические – множество
- Е) Объясните почему лидирующая цепь синтезируется быстрее
- Ж) К какому сайту А или В присоединиться праймер 5' UUGC3'

## 2 вопрос

Выберите правильные утверждения

- А) ДНК полимераза двигается от 5 к 3 концу родительской цепи ДНК
- Б) ДНК полимеразе необходим праймер для инициации процесса репликации
- В) ДНК полимераза образует ковалентные связи между фосфатной группой и гидроксильной группой дезоксирибозы
- Г) Полимеризация ДНК на обоих комплиментарных дочерних цепях идет в направлении от 5 к 3 концу

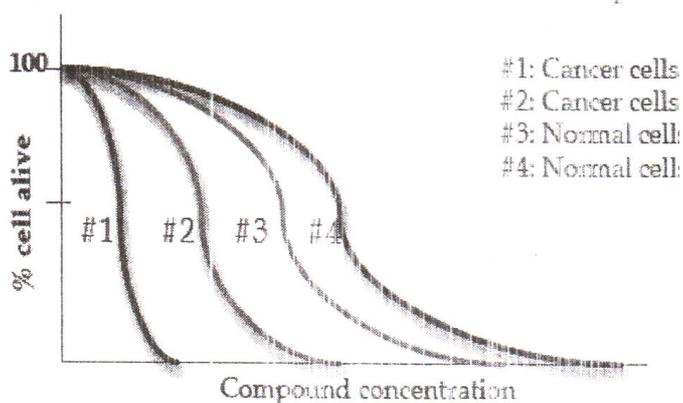
## 3 Вопрос

В вашей лаборатории удалось получить генетически модифицированную мышь у которой оба аллеля (альтернативных гена) p53 отсутствуют (p53-/p53-). Эта мышь очень

предрасположена к развитию рака и через месяц вы обнаруживаете у нее опухоль. Как вы думаете опухоль у мыши будет более чувствительна или менее чувствительна к облучению ультрафиолетовым светом? Ответ поясните.

#### 4 вопрос

У вас имеются данные эксперимента по новым лекарствам от рака. Какое лекарство будет лучшим кандидатом при борьбе с раковой опухолью?



#### 5 вопрос

Вы получили от пациента больного раком матки линию раковых клеток. Ваша задача определить причину, вызвавшую рак. Вы сравнили раковые клетки пациента с его здоровыми клетками

А) Вы облучили две линии клеток УФ для разрушения ДНК. Обнаружили что нормальные клетки погибли, а раковые выжили, какое предположение относительно опухолевых клеток вы можете сделать.

- Имеется мутация в гене, отвечающем за апоптоз
- Имеется мутация в гене, отвечающем за образование метастаз
- Имеется мутация в гене, отвечающем за репарацию ДНК
- Имеется мутация в гене, отвечающем за образование сосудов

Б) Ваш коллега обнаружил ген, который мутирует на последних стадиях развития рака. Он дал вам вектор (отрезок ДНК) немутированный и вы встроили его в ДНК раковых клеток. Полученные клетки имеют одинаковую скорость роста и скорость отмирания. Вы внедрились мышкам данные клетки и обнаружили:

Опухоль развивается в обоих случаях

При обычных раковых клетках мышь погибла через месяц

При трансформированных через 3 месяца. Какая из гипотез больше подходит в этом случае

- Мутированный ген отвечает за скорость деления
- Мутированный ген отвечает за скорость апоптоза
- Мутированный ген отвечает за образование метастаз

#### 6 вопрос

Чтобы определить являются ли вещества канцерогенами, вы провели тест (тест Эймса).

Залили чашки Петри средами, содержащими минимально необходимые для роста вещества, и посеяли в нее бактерии, мутантные по гену синтеза гистидина. Результаты представлены ниже

|                     |                 |                   |            |                            |            |                            |
|---------------------|-----------------|-------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|
| Ничего не добавлено | Ферменты печени | Известный мутаген | Вещество X | Вещество X+ферменты печени | Вещество Y | Вещество X+ферменты печени |
|---------------------|-----------------|-------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|

А) Какое вещество является более мутагенным?

Б) Ваши коллеги попытались повторить тест, но у них заросли колониями все чашки. Какие ошибки они могли допустить?

- Использовали среду с гистидином
- Работали рядом с источником радиации что могло привести к появлению мутаций
- В среду добавили ампицилин
- Использовали штамм бактерий, имеющий делецию по гену синтеза гистидина
- Использовали бактерии, не мутантные по гену синтеза гистидина

***К практическому занятию по теме 4 «Основная догма молекулярной биологии»***

1 вопрос

Заполните таблицу

|  | Транскрипция | Трансляция |
|--|--------------|------------|
| Где идет процесс у эукариотических клеток                      |              |            |
| Какой фермент (органелла) осуществляет данный процесс          |              |            |
| Что является матрицей для считывания при данном процессе       |              |            |
| В каком направлении идет процесс (относительно матричной цепи) |              |            |
| Что является стартовым сигналом для начала процесса            |              |            |
| Какой полимер при этом образуется                              |              |            |
| Что является мономером образующегося полимера                  |              |            |
| Какие связи образуются между данными мономерами                |              |            |
| Что является стоп сигналом для завершения процесса             |              |            |

## 2 Вопрос

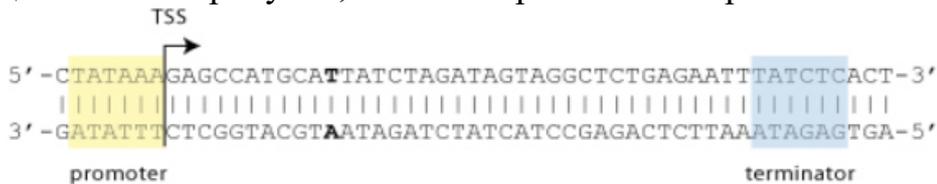
Ниже представлена последовательность двойной спирали молекулы ДНК (часть гипотетического генома). Транскрипция начинается с TTS (после промотора) и идет в направлении стрелки. Заканчивается на области терминатора.

А) Какая цепь ДНК (верхняя или нижняя) является матрицей?

Б) Напишите последовательность синтезируемой мРНК отметьте концы цепи

В) Напишите последовательность белка синтезируемого с мРНК, выделив при этом стартовый кодон.

Г) Если произойдет мутация и добавиться дополнительная пара Т-А после выделенных на рисунке, как это отразится на строении белка.

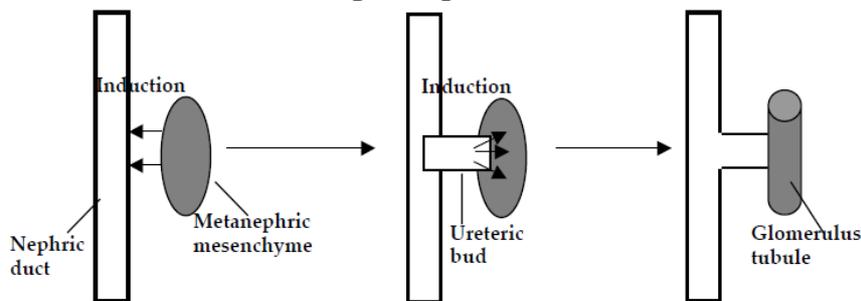


## К практическому занятию по теме 5: Размножение и индивидуальное развитие организмов

### 1 вопрос

Почки это орган, который состоит из 10 типов клеток и обладает 3 D структурой.

Ее формирование предполагает взаимное взаимодействие между трубкой первичной почки и мезенхимой окончательной почки. Во-первых, мезенхима индуцирует канал, для формирования новой трубки называемой мочеточник. Мочеточник будет индуцировать мезенхиму, которая преобразуется в клубочки, основные области фильтрации почек.



А) Дайте объяснение понятию эмбриональная индукция

Б) Мезенхима конденсируется и становится эпителиальной трубкой. Как называется этот процесс

В) Какие клетки имеют способность к миграции? Клетки трубки первичной почки или мезенхима нефрогенной ткани?

Г) При формировании почки клетки образуют трубку, скажите, что будет происходить если подвергнуть клетки влиянию блебистатина (ингибитор миозина) и ингибитору кадгерина

## 2 Вопрос

Проранжируйте от 1 до 4 потенцию разных типов стволовых клеток, дающих начало

дифференцированным клеткам

| Cell types | Cell types differentiated in vitro   | Potency from 1-4 (1=most potent and 4= least potent). |
|------------|--------------------------------------|---|
| A          | motor                                |   |
| B          | motor, sensory, lateral, hippocampal |   |
| C          | sensory, lateral, hippocampal        |   |
| D          | motor, sensory                       |   |

Одинаковая ли ДНК у данных типов клеток?

### 3 Вопрос

Культивирование клеток передней мезодермы с сигнальной молекулой BMP4 привело к развитию типичных клеток сердца, в то время как при культивировании клеток передней мезодермы с BMP4 и фактором роста фибробластов образовывались клетки почки. Вы определили комбинаторный код для этих тканей (табл)

| Treatment                    | Regulatory genes expressed |
|------------------------------|----------------------------|
| Anterior mesoderm alone      | A, B                       |
| Anterior mesoderm + BMP      | A, C, D                    |
| Anterior mesoderm + FGF      | A, E, F                    |
| Anterior mesoderm +BMP + FGF | A, C, D, E, G              |

Заполните следующую таблицу

| Tissue | Genes Present | Genes expressed |
|--------|---------------|-----------------|
| Heart  |               |                 |
| Kidney |               |                 |

Объясните роль генов А и В в данном случае

### 4 Вопрос

Развитие сердца человека и цыпленка идет по сходному механизму, сердце формируется из мезодермы – слоя клеток, лежащего над энтодермой. Кроме того из мезодермы формируется почки и кровеносная система

А) что значит термин **потентность**?

Б) Какой термин опишет **потентность мезодермы**

- Тотипотентная
- мультипотентная
- или унипотентная

### 5 вопрос

А) Вы решили выяснить, на какой стадии образуются клетки сердца, для этого вы изолировали некоторое количество ткани передней мезодермы из раннего

эмбриона (3-х дневного) и такую же часть ткани из мезодермы 6 дневного эмбриона. Через 3 дня вы проанализировали результаты (табл)

| Explant                           | Culture time      | Observation                   |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Stage 2 anterior mesoderm explant | 3 days in culture | No change from original cells |
| Stage 4 anterior mesoderm explant | 3 days in culture | Beating heart                 |

А) Клетки STAGE2 коммитированные, дифференцированные или неопределенные

Б) Клетки STAGE 4 дифференцированные, неопределенные или не отличаются от STAGE2

Б) Чтобы выяснить почему не произошло развитие клеток сердца вы модифицировали эксперимент

| Tissue   | Culture        | Result  |
|--|----------------|---|
| Stage 2 anterior mesoderm alone- labeled with green fluorescent protein (GFP)                      | 3 days culture | Same as original GFP labeled cells                    |
| Stage 2 anterior mesoderm labeled with GFP <u>along with</u> underlying endoderm that is unlabeled | 3 days culture | Beating heart comprised of cells that fluoresce green |
| Endoderm alone that is unlabeled   | 3 days culture | Same as original unlabeled cells                      |

- Почему при культивировании с энтодермой развилось сердце?
- В следующем эксперименте вы прокультивировали клетки STAGE 2 с очищенным белком BMP4, что привело к развитию сердца. Исходя из экспериментов выше, скажите, где идет экспрессия генов BMP4 (мезодерма, энтодерма, и там и там?)
- Промежуточная мезодерма не формирует сердце. Вы провели опыт с культивированием клеток промежуточной мезодермы в присутствии BMP4, чтобы выяснить стимулирует ли его наличие формирование сердца

Результаты ниже

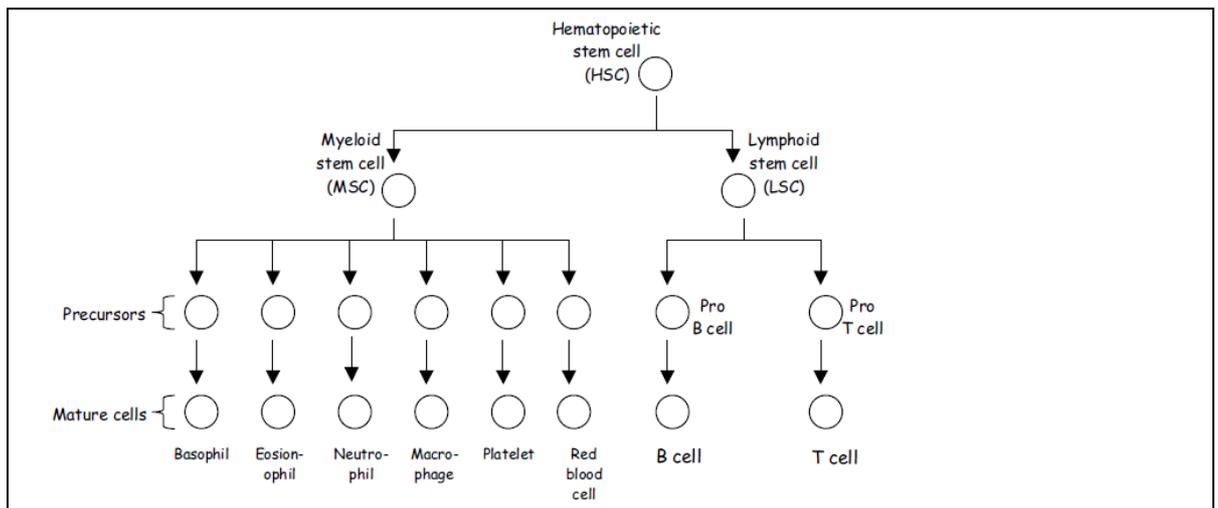
| Explant                                   | Culture       | Result    |
|---|---------------|-----------|
| Stage 2 posterior mesoderm explant        | 3 day culture | No Change |
| Stage 2 posterior mesoderm explant + BMP4 | 3 day culture | No change |

- Вам известно, что BMP4 белок. Предположите, зная эту информацию, почему промежуточная мезодерма не активируется BMP4

**К практическому занятию по теме 6: Дифференциация клеток – факторы и регуляция этого процесса.**

1 Вопрос

Ниже представлена схема образования клеток крови из гемопоэтической стволовой клетки



А) Какими двумя свойствами должна обладать клетка чтобы быть ГСК

Б) Выберите утверждения, которые верно описывают ГСК

1. унипотентная
2. импотентная
3. плюрипотентная
4. тотипотентная
5. квазипотентная

В) какое определение более подходит клетке макрофагу

1. унипотентная
2. импотентная
3. плюрипотентная
4. тотипотентная
5. квазипотентная
6. дифференцированная
7. стволовая

Г) какое утверждение является ложным, а какое верным

В ГСК экспрессируются все белки, которые экспрессируются в В-клетках

MSC менее потентна, чем LSC

Клетка предшественник В-клеток коммитированна

Из MCS образуются Т клетки

2 Вопрос

Ваш друг попросил клонировать для него его кота и предложил вам использовать ниже приведенные клетки. Какие клетки вы бы выбрали,

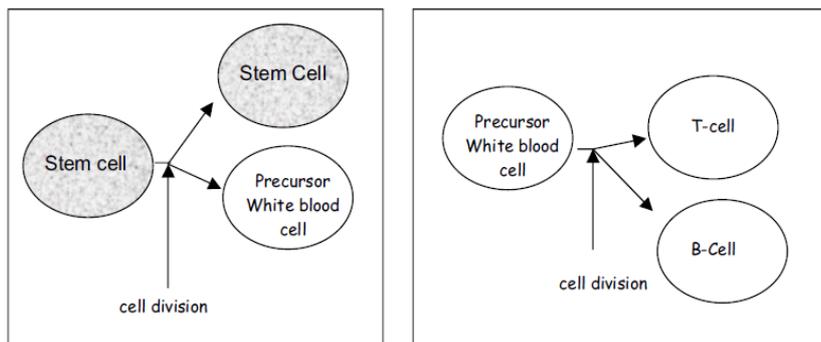
- А) Клетки ранней бластулы
- Б) Половые клетки
- В) Клетки красных кровяных телец
- Г) Нейроны

используя следующие восклицания

1. Забудь! Я конечно могу перенести ядро, но вряд ли мы получим твоего кота
2. хорошо, не плохой вариант
3. Восхитительно у нас максимальный шанс на успех
4. Шутишь? Я даже не буду пробовать

3 Вопрос

Стволовые клетки делятся один раз в день и продуцируют, как известно, одну стволовую клетку и одну клетку-предшественник белых кровяных телец. Клетка предшественник белых кровяных телец делится на следующий день с образованием двух дифференцированных клеток Т и В лимфоцитов



Заполните таблицу наблюдаемых результатов деления, с условием ,что деление происходит раз в день.

|  | 1 день | 2 день | 3 день | 4 день | 5 день |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Стволовая клетка                           | 1      |        |        |        |        |
| Клетка предшественник белых кровяных телец |        |        |        |        |        |
| Т-лимфоциты                                |        |        |        |        |        |
| В-лимфоциты                                |        |        |        |        |        |

4 Вопрос

Клетки способные мигрировать называются (подчеркнуть)

- Эпителиальные
- эпидермис
- мезенхима
- организаторы

***К практическому занятию по теме:7 Эволюция.***

Работа по группам:

Предположим, что вы эволюционный биолог, путешествующий во времени. На островах вблизи Индии 300000 лет назад вы изучаете змей. У змей этого региона разная окраска (желтая, зеленая, красная), но преобладает голубая. На материке присутствуют также все виды разноокрашенных змей

А) предполагая, что все змеи произошли от предковой голубой змеи, объясните за счет чего образовалась новая окраска у змей.

Б) Объясните это изменение цветовой частоты (эволюции), с точки зрения следующих процессов

- Эффект бутылочного горлышка
- Эффект основателя
- Миграция
- Естественный отбор
- Неслучайное спаривание
- Неслучайное скрещивание

Обсуждение задания.

***К практическому занятию по теме 8: Классическая генетика. Законы Менделя***

1. Окраска шерсти у кроликов определяется двумя парами генов, расположенных в разных хромосомах. При наличии доминантного гена С доминантный ген А другой пары обуславливает серую окраску шерсти, рецессивный ген а – черную окраску. В отсутствие гена С окраска будет белая. Крольчата какого цвета получатся от скрещивания серых дигетерозиготных кроликов?

(Ответ: Получатся серые, черные и белые крольчата в соотношении 9:3:4.)

2. Отсутствие потовых желез у людей – рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Мужчина, у которого отсутствуют потовые железы, женился на женщине, в семье которой никогда не встречалось это заболевание. Какова вероятность рождения у них детей с подобной аномалией?

Ответ: Все девочки будут являться фенотипически здоровыми носительницами заболевания. Все мальчики будут здоровыми фенотипически и генотипически. Вероятность рождения больных детей в данной семье равна нулю.

3. Свиньи бывают черной, белой и красной окраски. Белые свиньи несут минимум один доминантный ген I. Черные свиньи имеют доминантный ген E и гомозиготны по рецессивной аллели i. Красные поросята (eeii) лишены доминантного гена-подавителя I и доминантного гена, определяющего черную окраску. Какое потомство можно ожидать от скрещивания черной гомозиготной свиньи и красного кабана?

(Ответ: Красный кабан по условию задачи имеет генотип eeii. Генотип свиньи не может быть EEII, так как в этом случае она не была бы окрашенной. Следовательно, ее генотип EEii. Каждое из животных дает один тип гамет (ei

и E<sub>i</sub> соответственно), которые можно объединить единственным образом. В результате этого получатся черные поросята с генотипом Ee<sub>i</sub>i)

4. Рecessивный ген дальтонизма (цветовой слепоты) располагается в X-хромосоме. Женщина с нормальным зрением (отец ее был дальтоником) выходит замуж за мужчину с нормальным зрением, отец которого был дальтоником. Определить возможные фенотипы потомства.

Ответ: Половина мальчиков будут здоровыми фенотипически и генотипически, а половина – больными. Половина девочек будут являться фенотипически и генотипически здоровыми, половина – носительницами дальтонизма.

**К практическому занятию по теме 9: Мутации. Понятие «норма реакции». Разнообразие живых организмов.**

Темы рефератов

1. Как система врожденного иммунитета решает проблему распознавания огромного числа патогенов с использованием ограниченного числа генов и их продуктов?
2. Почему возможна вакцинация против некоторых видов рака? Кого надо вакцинировать?
3. Методы исследования динамики популяций рыб.
4. Эволюция основных групп рыб.
5. Роль грибов в функционировании лесных биоценозов
6. Грибы и насекомые: взаимодействия в природе и энтомопатогенные препараты
7. Роль физиологии растений в решении глобальных общечеловеческих проблем.
8. Клонирование млекопитающих: история и перспективы.
9. Поведение насекомых
10. Коммуникация насекомых
11. Общественные насекомые
12. Значение водорослей в глобальной миграции биогенных элементов
13. Зоологические предпосылки развития человеческого интеллекта
14. Новые методы в древней науке зоологии позвоночных: молекулярно-генетический подход к систематике позвоночных.
15. рассказ о каком-нибудь выдающемся зоологе беспозвоночных
16. Изменение растениями абиотических факторов среды.
17. Трансбиотические отношения между растениями.
18. Коммуникации между растениями

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

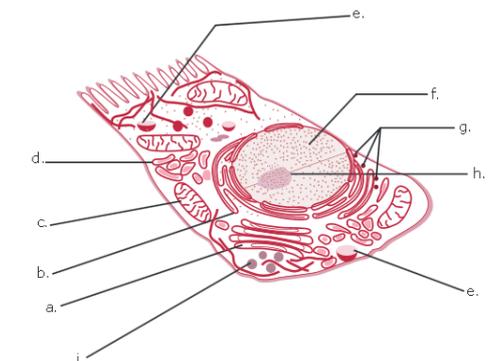
### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов, по 20 баллов за каждую работу.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 6 вопросов, по 3 балла за вопросы 1-5 и 2 балла за вопрос 6.**

*Вариант № 1.*

1. Укажите название органелл и их основные функции

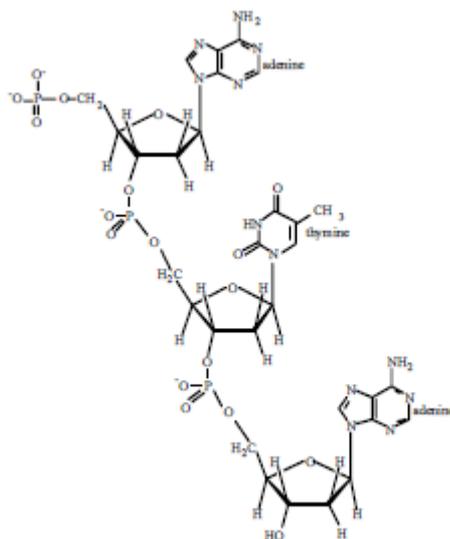


2. Закончите предложения:

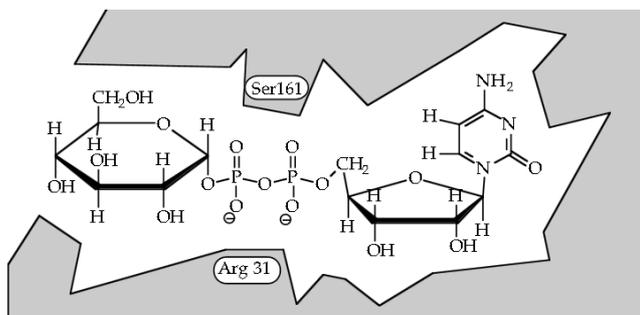
- А) Мономером нуклеиновых кислот является –
- Б) Основным компонентом клеточной мембраны являются –
- В) между аминокислотами в белке образуется ..... связь
- Г) Альфа спираль является примером .....структуры белка
- Д) Клеточная стенка растений состоит из .....

3. Классификация белков (не менее 3 классификаций)

4. Что за молекула изображена на рисунке?



5. На рисунке изображено как субстрат присоединяется к белку (входит в карман). Закрашенная область – фермент, структурная формула – субстрат. Две аминокислоты участвуют в образовании и удерживании субстрата в кармане белка – это аргинин и серин. Зная структуру свойства аминокислоты аргинина определите какие связи будут образовываться между этой аминокислотой и субстратом:

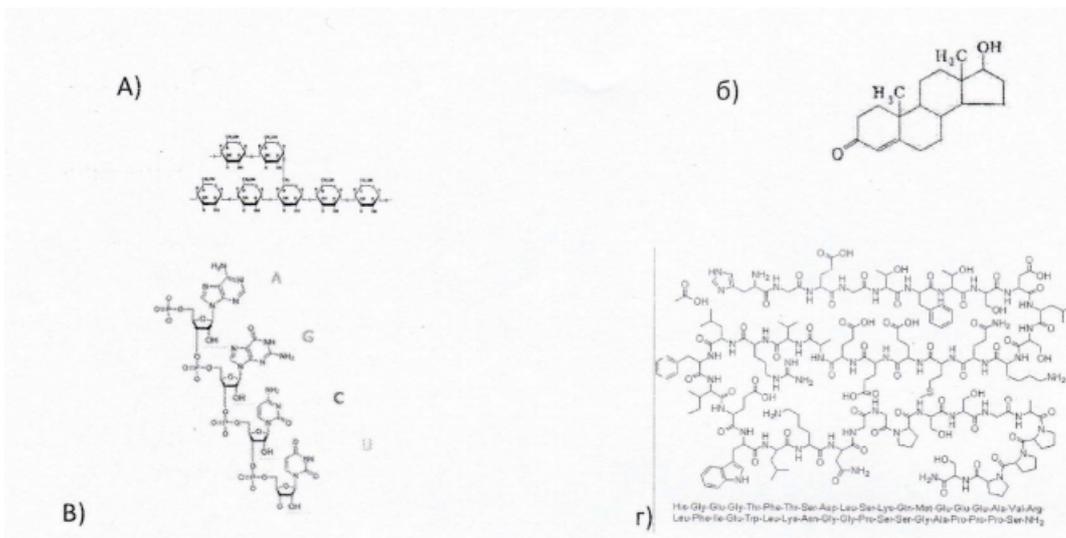


Водородные                      Ионные                      Ван дер Ваальсовы                      Ковалентные  
 6. Дайте определение понятиям: Прокариоты, Прионы, Трансляция, рибоза, Простой белок

**Вариант №2**

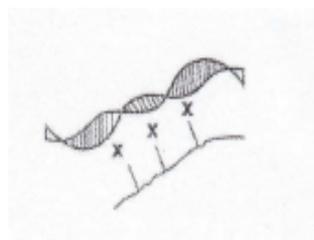
**1. Закончите предложения:**

- А) Мономером белка является –
  - Б) В состав гликопротеидов входят –
  - В) Междк сахарами в полисахариде образуется.....связь
  - Г) в-складка является примером.....структуры белка
  - Д) Углеводом в составе ДНК является .....
2. В чем заключается основная догма биологии. Отличие процессов реализации генетической информации в клетках эукариот и прокариот.
3. Определите, к какому классу веществ относятся данные молекулы



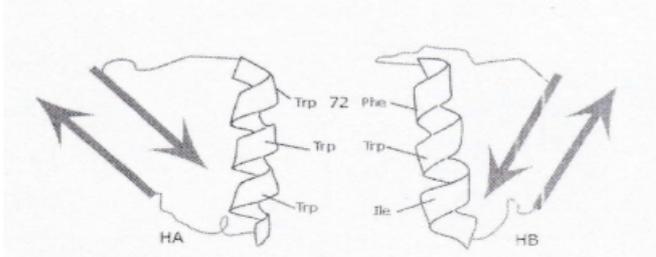
4. У эукариотов есть белки гистоны, которые участвуют в упаковке молекулы ДНК. На рис. Показано схематически взаимодействие белка и ДНК. Выберите какие аминокислоты могут быть в составе белка гистона «X»

- А) Гидрофобные
- Б) Незаряженные
- В) положительно заряженные
- Г) Отрицательно заряженные



5. На рисунке изображен белок, две субъединицы которого содержат альфа спирали и удерживаются между собой определенными силами. Отметьте какими:
- А) Водородными
  - Б) Ионными

- В) Ван дер Ваальсовыми
- Г) Ковалентными



Если произойдет мутация и на месте TRP 72, будет Arg. Как изменится взаимодействие между двумя субъединицами белка

- А) сила взаимодействия увеличится
- Б) Сила взаимодействия уменьшится
- В) Сила взаимодействия не изменится

6. Дайте определение понятиям: Нуклеотид, Шапероны, Эндоцитоз, Транскрипция, Эукариоты

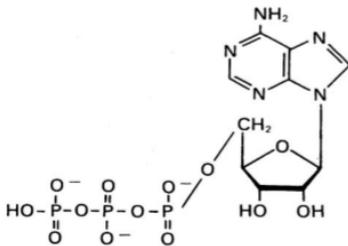
### Вариант №3

1. Закончите предложения:

- А) Мономером белков является –
- Б) Основным компонентом клеточной мембраны являются –
- В) между аминокислотами в белке образуется ..... связь
- Г) Бетта складка является примером ..... структуры белка
- Д) Клеточная стенка грибов состоит из .....

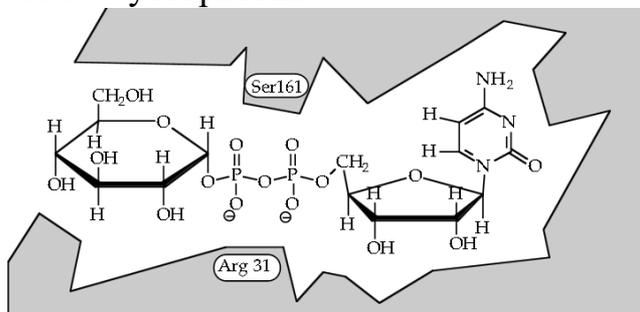
2. Классификация углеводов

3. на рисунке представлена молекула



- А) Заключите в квадрат часть молекулы, которая присоединяется к растущей цепи нуклеиновой кислоты
- Б) Выделите атом(ы) которые могут образовывать водородную связь с комплементарным азотистым основанием
- В) Обведите часть молекулы, уменьшающей стабильность РНК по сравнению с ДНК
- Г) Отметьте стрелкой часть молекулы, которую бы вы модифицировали, чтобы избежать дальнейшей полимеризации. Какие изменения вы бы предложили?

4. На рисунке изображено как субстрат присоединяется к белку (входит в карман). Закрашенная область – фермент, структурная формула – субстрат. Две аминокислоты участвуют в образовании и удерживании субстрата в кармане белка – это аргинин и серин. Зная структуру свойства аминокислоты аргинина определите какие связи будут образовываться между этой аминокислотой и субстратом:



Водородные                      Ионные                      Ван дер Ваальсовы                      Ковалентные

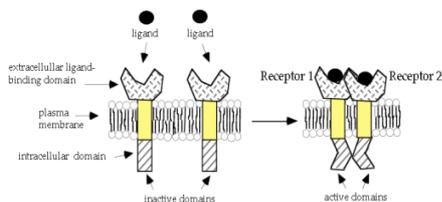
5. Строение и функции митохондрии

6. Дайте определение понятиям: митохондрия, гетерополисахарид, экзоцитоз, Транскрипция, Эукариоты

### Вариант №4

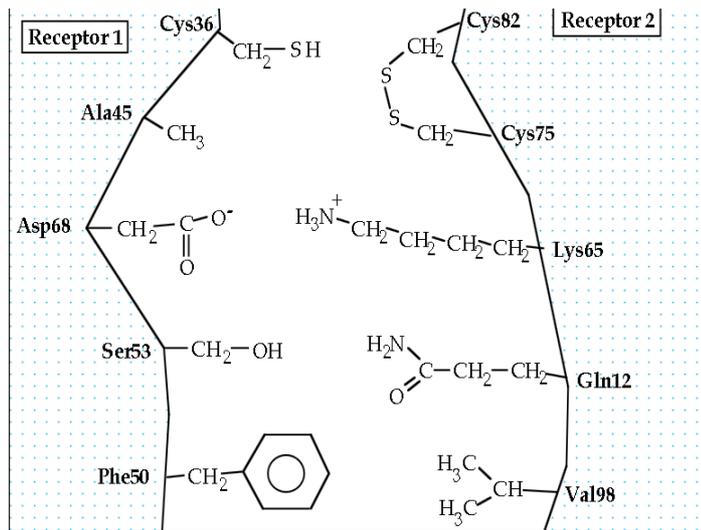
– Закончите предложения:

- А) Мономером углеводов является –
  - Б) Основным компонентом клеточной мембраны являются –
  - В) между комплементарными основаниями в нуклеиновых кислотах образуется ..... связь
  - Г) Альфа спираль является примером .....структуры белка
  - Д) Клеточная стенка бактерии содержит .....
2. Какая из структур белка не удерживается водородными связями
- А) первичная
  - Б) вторичная
  - В) третичная
  - Г) четвертичная
3. При взаимодействии рецептора с лигандом, мембранные белки меняют конформацию, образуя димеры и становятся активными.



| Боковые радикалы аминокислот | Тип связи |
|------------------------------|-----------|
| Cys82-Cys75                  |           |
| Asp68-LYS65                  |           |
| Ser53-Gln12                  |           |
| Phe50-Val98                  |           |

При образовании димеров белки образуют связи между боковыми радикалами. В таблице укажите какие типы взаимодействий возможны между аминокислотами.



4. У эукариотов есть белки гистоны, которые участвуют в упаковке молекулы ДНК. На рис. Показано схематически взаимодействие белка и ДНК.

Выберите какие аминокислоты могут быть в составе белка гистона «X»

- А) Гидрофобные
- Б) Незаряженные
- В) положительно заряженные
- Г) Отрицательно заряженные



5. Строение и функции пластид

6. Дайте определение понятиям: хромосома, нуклеотид, эндоцитоз, транскрипция, Эукариоты

### Вариант №5

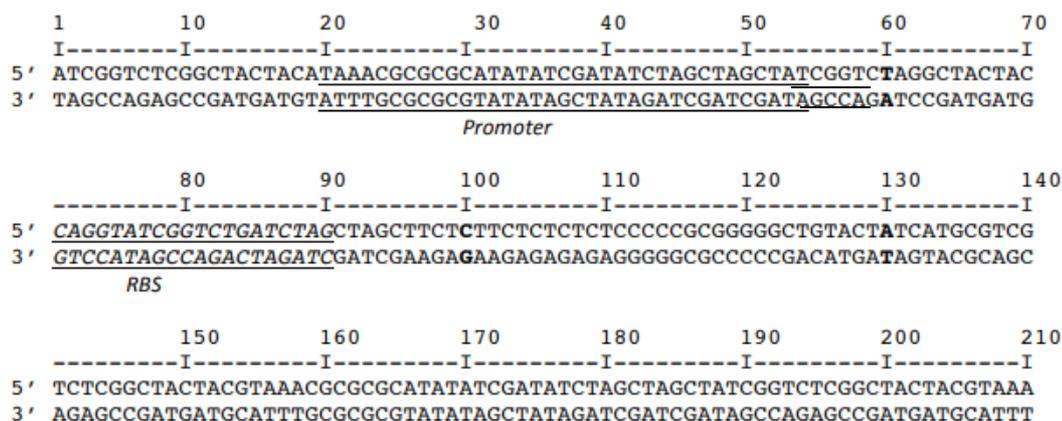
1 Закончите предложения:

- А) Мономером хитина является –
- Б) Основным компонентом клеточной стенки бактерий является...
- В) между комплиментарными основаниями в нуклеиновых кислотах образуется ..... связь
- Г) Альфа спираль является примером .....структуры белка
- Д) Основным белком микрофиламентов является .....

2. Какой фермент осуществляет полимеризацию мРНК у эукариотических клеток

- А) ДНК зависящая РНК полимераза
- Б) РНК зависящая ДНК полимераза
- В) ДНК зависящая ДНК полимераза
- Г) РНК зависящая РНК полимераза

3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген X.. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК
- Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене X
- В) При мутации в позиции 100 после выделенного G/C произошло добавление фрагмента
- 5' TGT 3'
- 3' ACA 5'

Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)

Что случится с исходным белком

4. Какие 4 класса макромолекул входят в состав живого. Заполните таблицу, указав функции и строение

| Название макромолекулы | Укажите какой мономер входит в состав данной макромолекулы | Напишите одну из функций макромолекулы |
|------------------------|--|--|
|                        |  |  |
|                        |  |  |
|                        |  |  |
|                        |  |  |

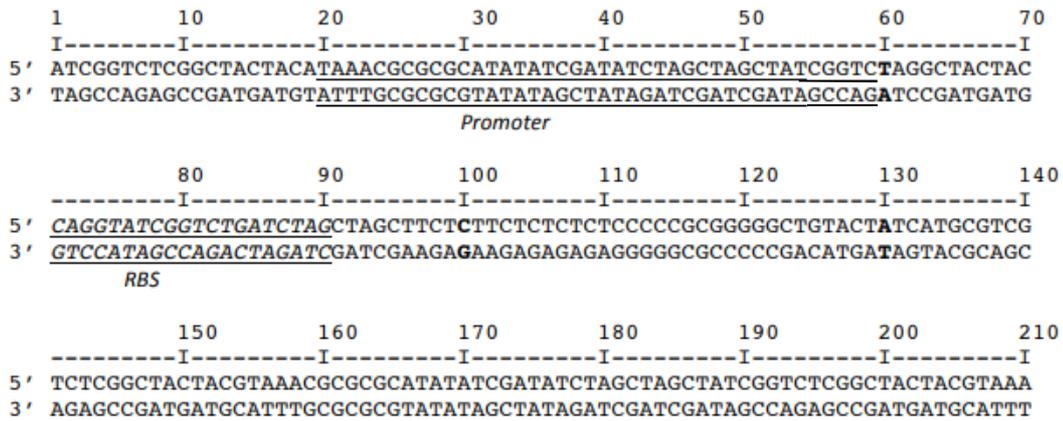
5. Строение и функции пероксисомы

6. Дайте определение понятиям: Трансляция, гомополисахарид, фосфолипиды, Нуклеотид, Прокариоты

### Вариант №6

- Закончите предложения:
  - Мономером мурина является –
  - Основным компонентом клеточной стенки растительной клетки является –
  - между углеводами в полисахаридах образуется ..... связь
  - Альфа спираль является примером .....структуры белка
  - Хитин является полимером состоящим из .....
- Какая из структур белка не удерживается водородными связями
  - первичная
  - вторичная
  - третичная
  - четвертичная

3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген X.. Подчеркнутая часть молекулы это промотер. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК  
 Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене X  
 В) При мутации в позиции 130 сразу после выделенного А/Т произошло добавление фрагмента

5' ATGT 3'  
 3' TACA 5'

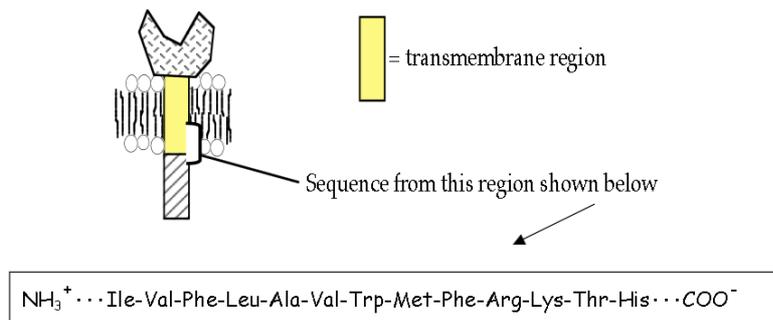
Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)

Зарисуйте первые 4 аминокислоты, выходящие в состав белка.

Будет ли вновь образованный белок длиннее, короче или не изменится

Будет ли белок иметь те же свойства что и белок образованный без учета произошедшей мутации

4. На рисунке схематически изображен рецептор – трансмембранный белок. На выделенном участке определите аминокислоты, которые будут входить в трансмембранный регион.



## 5. Строение и функции цитоскелета

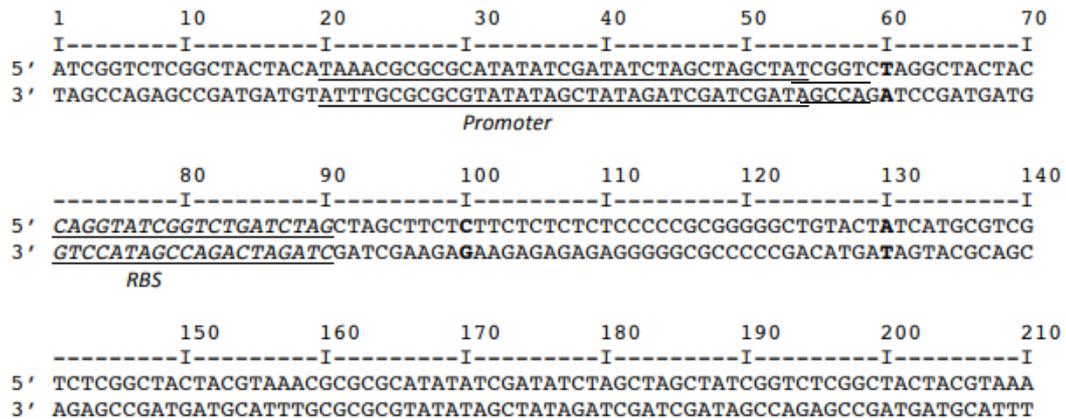
6. Дайте определение понятиям: митохондрия, гетерополисахарид, экзоцитоз, Транскрипция, Эукариоты

### Вариант №7

1. Закончите предложения:
  - А) Мономером крахмала является –
  - Б) Синтез белка осуществляет –
  - В) Липиды являются гидро..... веществами

- Г) Белок, образующий бактериальный жгутик называется .....
- Д) Рибосома движется по мРНК матрице в направлении .....
2. Какая связь между комплиментарными основаниями будет более прочной
- А) G-C  
Б) A-T  
В) A-U  
Г) C-C

3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген X.. Подчеркнутая часть молекулы это промотер. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК
- Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене X
- В) При мутации в позиции 100 после выделенного G/C произошло добавление фрагмента
- 5' TGT 3'
- 3' ACA 5'

Как это отразится на молекуле мРНК (станет она длиннее короче или не изменится)

Что случится с исходным белком

4. Изобразите клеточную мембрану. Назовите ее компоненты и их функции.
5. Какие 4 класса макромолекул входят в состав живого. Заполните таблицу, указав функции и строение

| Название макромолекулы | Укажите какой мономер входит в состав данной макромолекулы | Напишите одну из функций макромолекулы |
|------------------------|--|--|
|                        |  |  |
|                        |  |  |
|                        |  |  |
|                        |  |  |

5. Строение и функции ядра

6. Дайте определение понятиям: Гликопротеид, Аминокислота, Фермент, тРНК, Целлюлоза

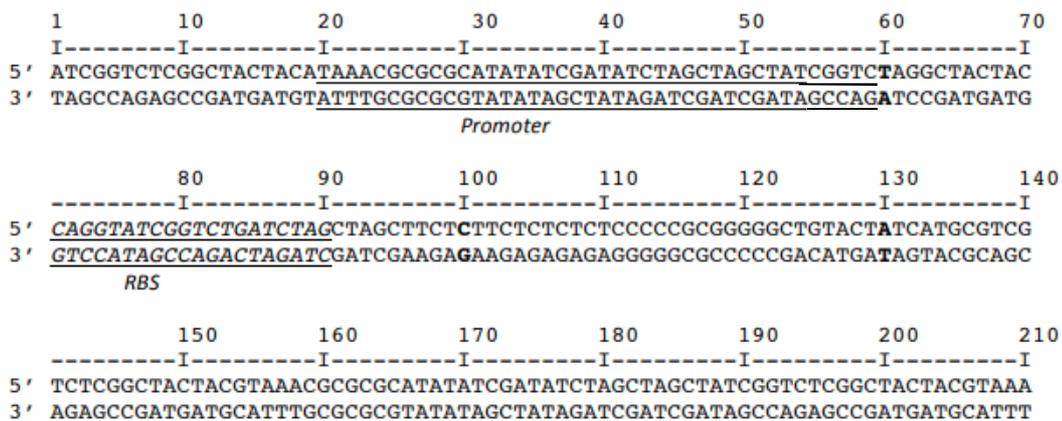
Вариант №8

1. А) Клетки растений в отличие от животной содержат.....  
 Б) органелла, содержащая ферменты, способные расщеплять органические вещества называется  
 В) Транспортную функция в живой клетке осуществляет молекула ...  
 Г) Универсальным источником энергии в клетке является

2. Поступление веществ в растительную клетку не происходит путем

- А) Диффузии  
 Б) Активного транспорта  
 В) Облегченной диффузии  
 Г) Эндоцитоза

3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген X. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК  
 Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене X  
 В) При мутации в позиции 130 сразу после выделенного А/Т произошло добавление фрагмента

5' ATGT 3'  
 3' TACA 5'

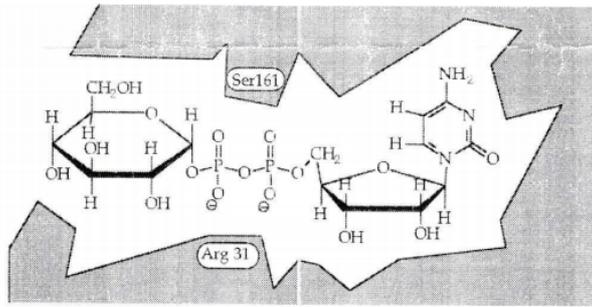
Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)

Зарисуйте первые 4 аминокислоты, выходящие в состав белка.

Будет ли вновь образованный белок длиннее, короче или не изменится

Будет ли белок иметь те же свойства что и белок образованный без учета произошедшей мутации

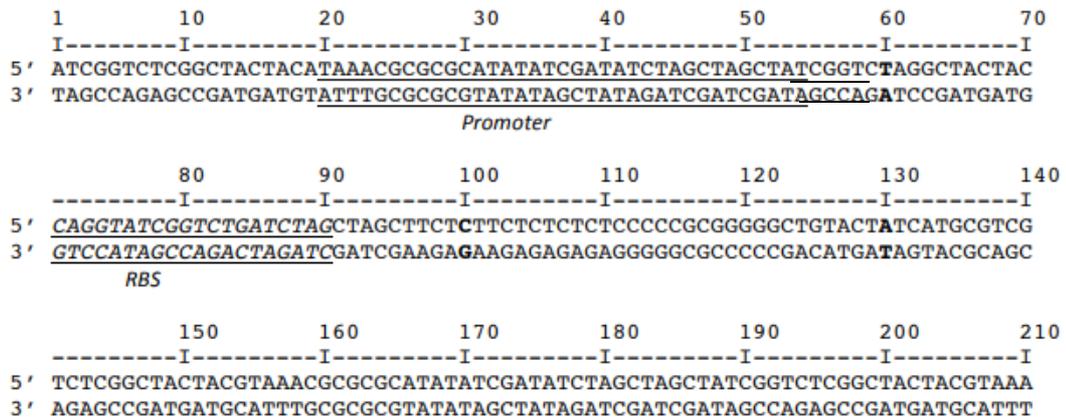
4. На рисунке изображен процесс присоединения субстрата к ферменту. Закрашенная область – фермент, структурная формула - субстрат. Две аминокислоты участвуют в образовании и удержании субстрата в «кармане» белка – это аргинин и серин. Зная структуру и свойства аминокислоты серин, определите какие связи будут образовываться между этой аминокислотой и субстратом.



5. Структура и функции аппарата Гольджи
6. Дайте определение понятиям: нуклеопротеид, пентозы, гидрофобность, ионная связь, Телолизосома

Вариант №9

1. А) Клетки растений в отличие от животной содержат.....  
 Б) органелла, содержащая ферменты, способные расщеплять органические вещества называется  
 В) Транспортную функцию в живой клетке осуществляет молекула ...  
 Г) Универсальным источником энергии в клетке является
2. Какая связь между комплементарными основаниями будет более прочной  
 А) G-C  
 Б) A-T  
 В) A-U  
 Г) C-C
3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген X.. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару T/A .



- А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК
  - Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене X
  - В) При мутации в позиции 100 после выделенного G/C произошло добавление фрагмента  
 5' TGT 3'  
 3' ACA 5'
- Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)  
 Что случится с исходным белком

4. Какие 4 класса макромолекул входят в состав живого. Заполните таблицу, указав функции и строение

| Название макромолекулы | Укажите какой мономер входит в состав данной макромолекулы | Напишите одну из функций макромолекулы |
|------------------------|--|--|
|                        |  |  |
|                        |  |  |
|                        |  |  |
|                        |  |  |

5. Строение и функции рибосомы

6. Дайте определение понятиям: мРНК, ядро, полисахарид, эндоцитоз, РНК полимеразы,

### Вариант №10

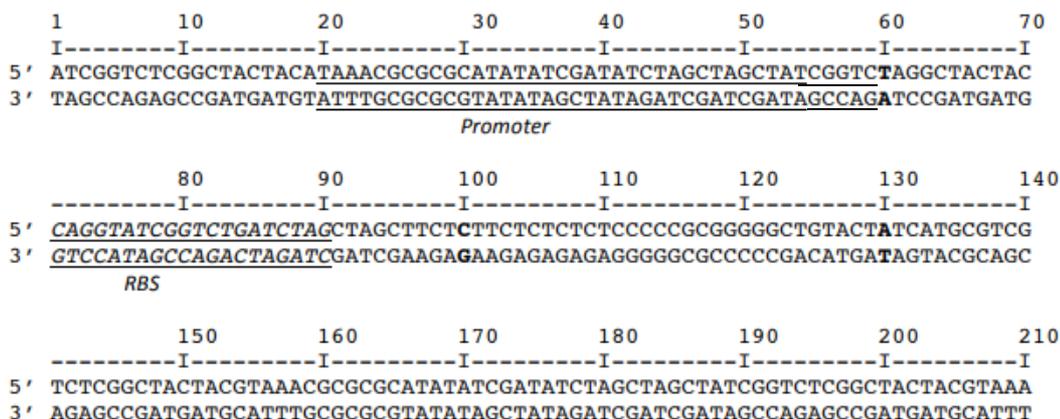
1. Закончите предложения:

- А) Мономером крахмала является –
- Б) Синтез белка осуществляет –
- В) Липиды являются гидро..... веществами
- Г) Белок, образующий бактериальный жгутик называется .....
- Д) Рибосома движется по мРНК матрице в направлении .....

2. Поступление веществ в растительную клетку не происходит путем

- А) Диффузии
- Б) Активного транспорта
- В) Облегченной диффузии
- Г) Эндоцитоза

3. 3. Ниже представлена последовательность молекулы ДНК кодирующая ген X.. Подчеркнутая часть молекулы это промотор. Транскрипция начинается (и включает в себя) выделенную пару Т/А .



А) Запишите первые 6 нуклеотидов для вновь образованной молекулы мРНК

Б) Какие первые 4 аминокислоты закодированы в гене X

В) При мутации в позиции 130 сразу после выделенного А/Т произошло добавление фрагмента

5' ATGT 3'  
3' TACA 5'

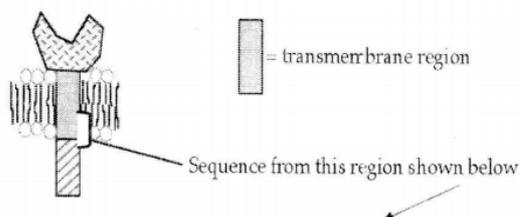
Как это отразится на молекуле м РНК (станет она длиннее короче или не изменится)

Зарисуйте первые 4 аминокислоты, выходящие в состав белка.

Будет ли вновь образованный белок длиннее, короче или не изменится

Будет ли белок иметь те же свойства что и белок образованный без учета произошедшей мутации

4. На рисунке схематически изображен рецептор – трансмембранный белок. На выделенном участке определите аминокислоты, которые будут входить в трансмембранный регион



$\text{NH}_3 - \text{Trp} - \text{Leu} - \text{Ile} - \text{Trp} - \text{Leu} - \text{Val} - \text{Ile} - \text{Leu} - \text{Phe} - \text{Lys} - \text{Ala} - \text{Tyr} - \text{Ala} - \text{Lys} - \text{Val} - \text{COOH}$

5. Строение и функции клеточной стенки

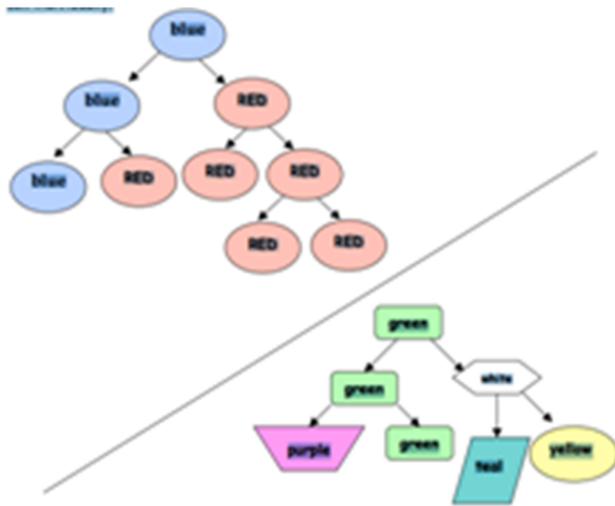
6. Дайте определение понятиям: митохондрия, гетерополисахарид, экзоцитоз, Транскрипция, Эукариоты

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит три вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за вопрос 3.**

*Вариант № 1.*

1. Вы обнаружили новый вид млекопитающего, имеющего окрашенные клетки. Вы выделили цветные клетки из разных частей этого организма, и прокультивировали их отдельно. Какие из них являются стволовыми, а какие нет. Поясните ответ.

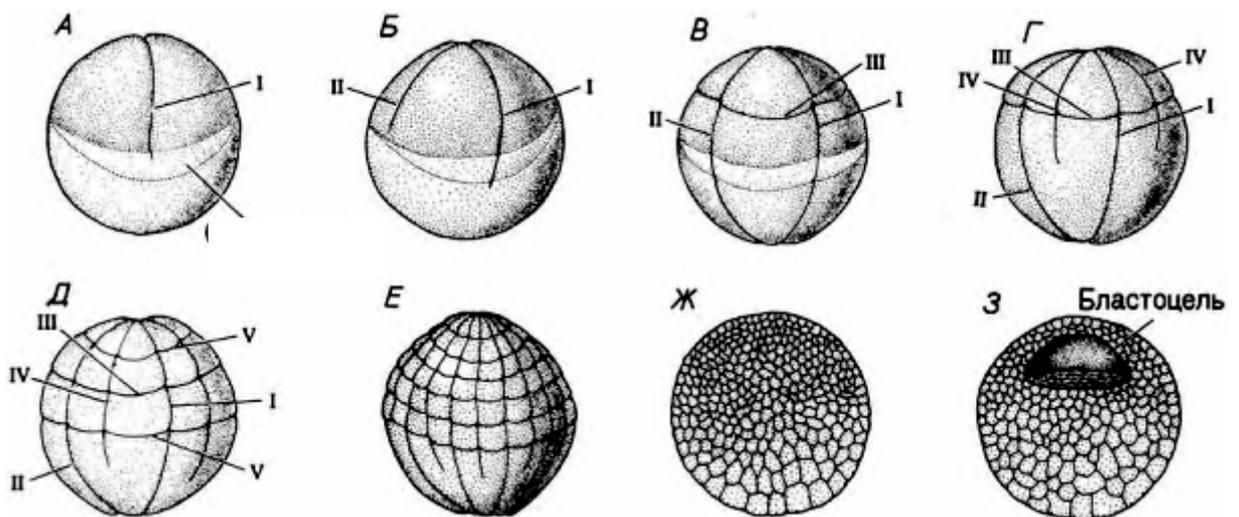
Какова потенция зеленых клеток. Поясните ответ. (2б)



2. Назовите основные ферменты участвующие в процессе репликации. Какую функцию они выполняют?
3. Митоз.

*Вариант № 2*

1. Организмы размножаются как половым, так и бесполом путем. Перечислите основные виды бесполого размножения. Отметьте преимущества и недостатки бесполого размножения. Возможно ли появление генетического разнообразия потомства при бесполом размножении?
2. Охарактеризуйте события каждой стадии клеточного цикла.
3. Что за процесс представлен на рисунке. Для каких животных, каких яйцеклеток характерен данный тип процесса. Почему идет именно таким путем.



*Вариант № 3*

1. У пчел, ос, тлей, дафний встречается особая разновидность полового размножения – партеногенез. Объясните явление партеногенеза.?

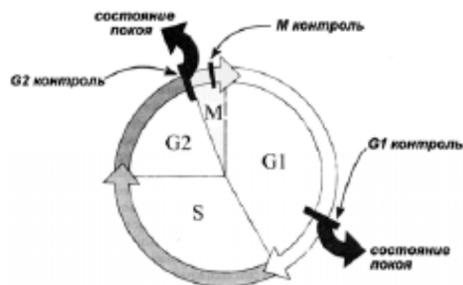
2. Почему не белки или углеводы, а именно молекула ДНК обладает способностью к репликации? С какими особенностями строения ДНК это связано? Что такое репликон и прерывистый синтез цепей ДНК? Почему молекула ДНК не реплицируется сразу целиком?
3. Какие процессы идут на стадии гаструляции? Что лежит в основе дифференциации клеток. Назовите три этапа дифференциации клеток

#### Вариант № 4

1. В чем вы видите принципиальные отличия процесса мейоза от митоза? В чем сходство этих двух типов деления? Если соматическая клетка данного организма имеет 28 хромосом, то сколько хроматид идет к каждому полюсу в анафазе II? Каково число бивалентов в профазе I?
2. Перечислите 5 теорий старения. какой из данных теорий вы придерживаетесь и почему?
3. В чем отличие дробления от митоза? Какие изменения наблюдаются в клеточном цикле клеток осуществляющих дробление? Какие параметры определяют характер дробления

#### Вариант № 5

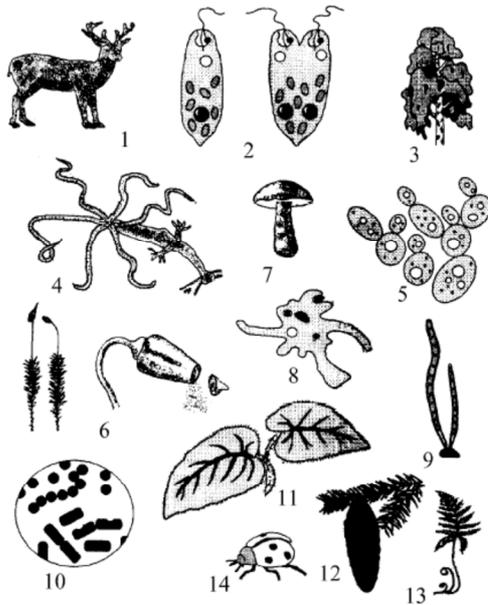
1. Рассмотрите схему клеточного цикла многоклеточных животных (рис.). Охарактеризуйте процессы, протекающие в фазы G1, S, G2. В каждой фазе жизненного цикла (G1, S, G2, M) клетки есть точки контроля, т.е. клетка проверяет сама себя на готовность к следующей фазе цикла. Если какие-либо параметры не соответствуют норме, то клетка переходит в состояние покоя. При определенных условиях она может выходить из этого состояния и возвращаться к продолжению цикла. Какие из параметров (размеры клетки, количество питательных веществ, повреждение ДНК, прикрепление хромосом к микротрубочкам веретена деления) контролируются на каждом этапе цикла



2. Что такое гаметогенез? Какие вы знаете стадии в развитии гамет? Дайте полный ответ
3. Почему яйцеклетки рыб, земноводных мелкие, а яйца отложенные пресмыкающимися и птицами крупные? Что такое метаморфоз, в чем его смысл.

#### Вариант № 6

1. Назовите стадии развития зародыша, охарактеризуйте каждую стадию эмбриогенеза. На какой стадии происходит дифференцировка клеток? Сколько зародышевых листков образуется у эмбрионов позвоночных животных?
2. Определите, какие способы и формы размножения характерны для организмов, изображенных на рисунках

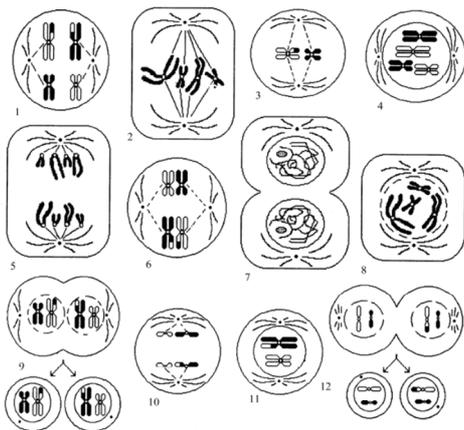


1 – олень; 2 – эвглена зеленая; 3 – береза; 4 – гидра; 5 – дрожжи; 6 – мох кукушкин лен; 7 – шляпочный гриб; 8 – амеба; 9 – водоросль улотрикс; 10 – бактерии; 11 – бегония; 12 – ель; 13 – папоротник; 14 – божья коровка

3. В каких случаях в клетках наблюдается репарация. Объясните термин. Перечислите виды репарации. Какой единственный вид репарации идет при воздействии дневного света.

*Вариант № 7*

1. Число яйцеклеток у разных организмов различно. У рыб число икринок достигает нескольких сотен и тысяч, а у млекопитающих число яйцеклеток невелико, однако млекопитающие процветают. Объясните этот факт.
2. Рассмотрите рисунок. Определите, какие из рисунков соответствуют митозу, а какие -мейозу? Расположите цифры (1-12) в последовательности, соответствующим стадиям митоза и мейоза назовите их.



3. Перечислите несколько теорий старения. Какой из них вы придерживаетесь и почему.

*Вариант №8*

1. Организмы размножаются как половым, так и бесполом путем. Перечислите основные виды бесполого размножения. Отметьте преимущества и недостатки бесполого размножения. Возможно ли появление генетического разнообразия потомства при бесполом размножении?
2. Почему не белки или углеводы, а именно молекула ДНК обладает способностью к репликации? С какими особенностями строения ДНК это связано? Что такое репликон и прерывистый синтез цепей ДНК? Почему молекула ДНК не реплицируется сразу целиком?
3. Что такое гаметогенез? Какие вы знаете стадии в развитии гамет? Дайте полный ответ

#### *Вариант № 9*

1. В чем вы видите принципиальные отличия процесса мейоза от митоза? В чем сходство этих двух типов деления? Если соматическая клетка данного организма имеет 28 хромосом, то сколько хроматид идет к каждому полюсу в анафазе II? Каково число бивалентов в профазе I?
2. Онкогены и гены супрессоры опухолей. Их роль в клеточном цикле
3. Дайте определение понятию апоптоз

#### *Вариант №10*

1. Назовите основные ферменты участвующие в процессе репликации. Какую функцию они выполняют?
2. Гастрюляция. Механизмы гастрюляции
3. Какие процессы идут на стадии гастрюляции? Что лежит в основе дифференциации клеток. Назовите три этапа дифференциации клеток

### **Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 4 балла за вопрос.**

#### *Вариант № 1.*

1. Что такое эволюция?
2. Доказательства эволюционного процесса, поступающие из сравнительной анатомии.
3. Определение вида.
4. Что включает морфологический критерий вида?
5. Условия, в которых выполняется теорема Харди-Вайнберга.

#### *Вариант №2*

1. Перечислите движущие силы элементарных эволюционных процессов (факторы эволюции).
2. Что такое половой отбор?
3. Причины возникновения биологической изоляции.
4. Движущий отбор.
5. Что такое мимикрия?

#### *Вариант №3*

1. Приведите примеры покровительственной окраски животных.
2. Аллопатрическое видообразование
3. Дайте определение понятию идиоадаптация.
4. Приведите примеры ароморфозов.
5. Что такое аналогичные органы? Приведите примеры.

*Вариант №4*

1. Причины возникновения борьбы за существование.
2. Формулировка биогенетического закона.
3. Определение вида.
4. Что включает генетический критерий вида?
5. Формулировка теоремы Харди-Вайнберга.

*Вариант №5*

1. Что такое дрейф генов?
2. Что такое естественный отбор?
3. Дизруптивный отбор.
4. В чем заключаются физиологические адаптации?
5. Симпатрическое видообразование.

*Вариант №6*

1. Что такое покровительственная окраска?
2. Приведите примеры мимикрии у животных.
3. Дайте определение понятию ароморфоз.
4. Приведите примеры идиоадаптаций.
5. Что такое гомологичные органы? Приведите примеры.

*Вариант №7*

1. Дайте определение понятию ароморфоз
2. Что такое естественный отбор?
3. Формулировка биогенетического закона.
4. Что включает морфологический критерий вида?
5. Аллопатрическое видообразование

*Вариант №8*

1. Доказательства эволюционного процесса, поступающие из сравнительной анатомии.
2. Формулировка теоремы Харди-Вайнберга.
3. Симпатрическое видообразование.
4. Движущий отбор.
5. Что такое половой отбор?

*Вариант №9*

1. Что такое эволюция?

2. Приведите примеры мимикрии у животных.
3. Формулировка биогенетического закона.
4. Что такое гомологичные органы? Приведите примеры.
5. Что такое дрейф генов?

*Вариант №10*

1. Причины возникновения биологической изоляции
2. Определение вида.
3. Перечислите движущие силы элементарных эволюционных процессов (факторы эволюции).
4. В чем заключаются физиологические адаптации?
5. Приведите примеры идиоадаптаций.

**8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3-ий семестр – зачет с оценкой).**

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

1. Белки. Классификация. строение функции
2. Углеводы. Классификация, Функции
3. Липиды. Классификация функции
4. Нуклеиновые кислоты.
5. Уровни организации живой материи
6. Цитологические методы исследования
7. Основные положения клеточной теории
8. Сравнительная характеристика про- и эукариот.
9. Строение прокариотической клетки
10. Общий план строения эукариотической клетки
11. Поверхностный аппарат клетки
12. Состав и строение цитоплазматической мембраны. Транспорт веществ в клетку
13. Синтез и постсинтетическая модификация белков в эукариотической клетке
14. Элементы цитоскелета: состав, строение, функции
15. Вакуолярная система внутриклеточного транспорта
16. Строение и функции микротрубочек. Центриоль животных клеток.
17. Строение и функции Аппарата Гольджи
18. Митохондрии и хлоропласты как полуавтономные органеллы
19. Дыхание.
20. Фотосинтез
21. Уровни компактизации хроматина
22. Клеточный цикл.
23. Репликация
24. Репарация
25. Одномембранные органоиды клетки, их строение и функции.
26. Строение интерфазного ядра эукариотической клетки.
27. Генетический материал прокариот
28. Генетический материал эукариот. Особенности структуры
29. Рибосомы. Строение функции

30. Клеточные лизосомы.
31. Последовательность событий, происходящих при митотическом делении.
32. Мейоз
33. Оплодотворение у животных. Особенности процесса дробления зиготы.
34. Бесполое размножение
35. Жизненный цикл наземных растений, чередование поколений.
36. Половое размножение цветковых растений, двойное оплодотворение.
37. Гастрюляция, формирование осевого комплекса органов.
38. Образование гамет у животных. Особенности строения сперматозоидов и яйцеклеток.
39. Прямое и непрямое постэмбриональное развитие
40. Двумембранные органеллы эукариот: строение и функции.
41. Гастрюляция. Нейруляция.
42. Онтогенез
43. Старение и смерть
44. Стволовые клетки. Классификация. Значение
45. Определение макроэволюции. Основные типы эволюционных процессов.
46. Законы Менделя. Чистые линии, аллельные гены доминантные и рецессивные признаки. Расщепление при моногибридном и дигибридном скрещивании. Правило чистоты гамет.
47. Современные подходы к построению естественной системы живого мира.
48. Взаимодействие неаллельных генов. Летальные гены. Определение пола.
49. Царство животных. Общая характеристика и систематика крупных таксонов.
50. Вид. История возникновения понятия, проблемы общего определения вида.
51. Теорема Харди – Вайнберга, ее следствия, и условия, при которых она выполняется.
52. Теории возникновения жизни на земле. Додарвиновский период развития эволюционного учения.
53. Естественный отбор, формы естественного отбора.
54. Изменчивость
55. Движущие силы эволюции
56. Ароморфозы и идиоадаптации, соотношение в эволюции
57. Мутации. Основные положения мутационной теории.
58. Адаптивная радиация. Механизмы и значение.
59. Адаптации, их разновидности и примеры
60. Теория эволюции Ч.Дарвина.
61. Дрейф генов или генетико-автоматические процессы в популяциях
62. Определение микроэволюции. Процессы видообразования.
63. Доказательства эволюционного процесса.
64. Популяция. Характеристики популяций.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### **8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (3-ий семестр).**

Зачет с оценкой по дисциплине «Общая биология» проводится в 3-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

|  |  |
|--|--|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии,<br/>_____ В.И.<br/>Панфилов</p> <p>« ___ » _____<br/>20__ г.</p> | <p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>   |
|  | <p><b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b></p>                      |
|  | <p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>  |
|  | <p><b>Направление подготовки бакалавров 19.03.01<br/>Биотехнология<br/>Дисциплина «Общая биология»</b></p> |
| <p><b>Билет № 1</b></p>  |  |
| <p>1. Цитологические методы исследования<br/>2. Теория эволюции Ч.Дарвина<br/>3. Бесполое размножение</p>            |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1.Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

##### А) Основная литература:

1. Мамонтов С.Г. Захаров В.Б. Общая биология. М.: Высшая школа. - 2014. – 512 с
2. Ярыгин В.Н., Глинкина В. В., Волков И. Н., Черных Г. В. Биология (2-х томах)/ под ред. Ярыгина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 736 с

##### Б) Дополнительная литература:

1. Д.Тейлор., Н.Грин, У.Стаут, Биология (в трех томах). – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 1352 с

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042

- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

#### *Интернет-ресурсы*

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 1) компьютерные презентации интерактивных лекций – 10, (общее число слайдов – 120);
- 2) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- 3) 50);
- 4) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 5) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Общая биология» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Microsoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |  |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                               | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 8 | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro              | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                        | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|--|---|
| Раздел 1.<br><b><u>Основы цитологии.</u></b> | <p>Знает: Свойства живого. Саморегуляция и уровни организации живых систем<br/>Химическую организацию клетки. Содержание химических элементов и органических веществ в клетке и их функции. Биополимеры клетки. Строение и функции органелл клетки. Основные метаболические процессы, происходящие в клетке. Хемосинтез. Биосинтез белка. Этапы энергетического обмена. Основное содержание и значение периодов жизненного цикла клетки. Митоз и мейоз. Мейоз как способ образования половых клеток.</p> <p>Умеет: излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию</p> <p>Владеет: способами нахождения и обработки информации</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (3-ый семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3-ый семестр)</p> |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Раздел 2.<br/><u>Размножение и индивидуальное развитие организмов</u></p> | <p><b>Знает:</b> Формы размножения организмов. Гаметогенез: сперматогенез и оогенез. Морфологию половых клеток. Спорогенез (микроспорогенез и макроспорогенез). Дифференциацию клеток – факторы и регуляция этого процесса. Оплодотворение. Дробление. Процессы образования зародышевых листков. Гисто и органогенез. Механизмы эмбриогенеза. Тератогенные факторы. Критические периоды онтогенеза. Теории старения<br/><b>Умеет:</b> Выбирать технические средства для решения поставленных задач<br/><b>Владеет:</b> Основной биологической терминологией</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 2 (3-ый семестр)<br/><br/>Оценка за зачет с оценкой (3-ый семестр).</p> |
| <p>Раздел 3.<br/><u>Основы генетики. Теория Эволюции</u></p>                 | <p><b>Знает:</b> основы классической генетики. Понятие о наследственности и изменчивости. Материальные и молекулярные основы наследственности. Основные законы Менделя. Методы генетических исследований. Генетика популяций, микроэволюция, макроэволюция. Закономерности изменчивости: наследственная, модификационная. Мутации. Понятие «норма реакции». Разнообразие живых организмов.<br/><b>Умеет:</b> Применять законы генетики для решения конкретных задач<br/><b>Владеет</b> способами логично интерпретировать полученную информацию</p>             | <p>Оценка за контрольную работу № 3 (3-ый семестр)<br/><br/>Оценка за зачет с оценкой (3-ый семестр)</p>  |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**

**«Общая биология»  
основной образовательной программы  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная**

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Общая микробиология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена:  
д.б.н., профессором кафедры биотехнологии Н.Б. Градовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Общая микробиология» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биологии и биохимии.

**Цель дисциплины** Цель дисциплины «Общая микробиология» дать студенту целостное представление об основных закономерностях развития живой природы, биологического разнообразия живого, строения клетки, как элементарной единицы живого, об обмене веществ и превращении энергии в клетке, об особенностях микроорганизмов, которые являются одними из основных объектов биотехнологии, о разнообразии процессов метаболизма и биосинтетических процессов, закономерностях роста и способах культивирования микроорганизмов, об основах генетики микроорганизмов, о методах селекции, о роли микроорганизмов в природе, об участии в круговороте веществ.

Эти знания являются основой для разработки стадии культивирования микроорганизмов и направленного синтеза продуктов метаболизма биотехнологических процессов, методов микробиологического контроля и обеспечения биологической безопасности биотехнологий.

К **задачам** изучения дисциплины следует отнести:

- получение знаний в области прикладных аспектов микробиологии, использования микроорганизмов в биотехнологии;
- овладение основными приёмами микробиологической техники;
- получение практических знаний в области требований микроорганизмов для роста и развития, направленных биосинтетических процессов в клетке;
- овладения приёмами культивирования микроорганизмов и методами определения параметров их роста, методами микробиологического контроля биотехнологических процессов и санитарно-гигиенической оценки окружающей среды;

Дисциплина «Общая микробиология» преподаётся в 5-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Общая микробиология» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль подготовки – «Биотехнология» направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

обладать: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического

и экспериментального исследования (ОПК-2); способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4); владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

- особенности строения клеток про- и эукариотических организмов;
- закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов;
- особенности метаболизма микроорганизмов и типы биологического окисления;
- основы генетики, изменчивость и основы селекции микроорганизмов;
- роль микроорганизмов в природе.

*уметь:*

- подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля;
- определять обсеменённость объектов окружающей среды и техногенных потоков;
- разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста;
- выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологически свойствами.

*владеть:*

- основами микробиологической техники;

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |            |            |
|--|------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр.ч     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>4,0</b>       | <b>144</b> | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b>      | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции (Лек)                                   | 0,44             | 16         | 12         |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0                | 0          | 0          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89             | 32         | 24         |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0                | 0          | 0          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,67</b>      | <b>96</b>  | <b>72</b>  |

|  |                        |      |      |
|--|------------------------|------|------|
| Контактная самостоятельная работа            |                        | 0,4  | 0,3  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 2,67                   | 95,6 | 71,7 |
| <b>Вид контроля:</b>                         |                        |      |      |
| <b>Зачет с оценкой</b>                       | +                      | +    | +    |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет с оценкой</b> |      |      |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

| № п/п | Раздел дисциплины                      | Акад. часов |                         |           |                         |                      |                         |                     |                         |                        |
|-------|--|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
|       |  | Всего       | в т.ч. в форме пр. подг | Лекции    | в т.ч. в форме пр. подг | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг | Самостоятельная работа |
| 1     | Биология протистов.                    | 46          | 0                       | 6         | 0                       | 10                   | 0                       | 0                   | 0                       | 30                     |
| 2     | Рост и культивирование микроорганизмов | 34          | 0                       | 4         | 0                       | 8                    | 0                       | 0                   | 0                       | 22                     |
| 3     | Метаболизм микроорганизмов.            | 35          | 0                       | 3         | 0                       | 10                   | 0                       | 0                   | 0                       | 22                     |
| 4     | Экология микроорганизмов               | 29          | 0                       | 3         | 0                       | 4                    | 0                       | 0                   | 0                       | 22                     |
|       | <b>ИТОГО:</b>                          | <b>144</b>  | <b>0</b>                | <b>16</b> | <b>0</b>                | <b>32</b>            | <b>0</b>                | <b>0</b>            | <b>0</b>                | <b>96</b>              |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Биология протистов.

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Роль в природе и практической деятельности человека. Биология протистов (микроворосли, грибы, простейшие, бактерии, вирусы): особенности строения клеток прокариот и эукариот, органеллы и их функции. Принципы классификации, особенности питания и отношения к условиям окружающей среды. Экология.

Раздел 2. Рост и культивирование микроорганизмов. Типы питания микроорганизмов, поступление питательных веществ в клетку. Влияние факторов окружающей среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Виды и состав питательных сред для культивирования микроорганизмов. Рост микроорганизмов, способы измерения роста. Методы культивирования: периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток. Кривая роста. Понятие о диауксии роста.

Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов. Обмен веществ, как совокупность реакций катаболизма и анаболизма. Особенности электронтранспортных систем различных групп микроорганизмов. Типы биологического окисления (аэробное дыхание, анаэробное дыхание, брожение). Аэробное окисление органических веществ и неорганических соединений. Разнообразие окисляемых органических субстратов (белки, целлюлозосодержащие, углеводороды, C-1 соединения и др.). Неполное окисление, трансформация. Практическое значение этих процессов. Анаэробное разложение органических веществ. Особенности бактериального фотосинтеза. Биосинтетические процессы микроорганизмов.

Раздел 4. Экология микроорганизмов. Распространение микроорганизмов в биосфере. Формы взаимоотношений микроорганизмов. Микроорганизмы и биота. Виды изменчивости микроорганизмов. Типы естественного отбора. Понятие о селекции микроорганизмов и генноинженерных штаммах.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:               | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 |
|---|--|----------|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>  |          |          |          |          |
| 1 | Особенности строения клеток про- и эукариотических организмов; | +        |          |          |          |
| 2 | Закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов |          | +        |          | +        |

|  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| 3  | особенности метаболизма, типы биологического окисления микроорганизмов  |   |   | + |   |
| 4  | основы генетики, изменчивость и основы селекции микроорганизмов;.   |   |   |   | + |
| 5  | роль микроорганизмов в природе  |   | + | + | + |
|  | <b>Уметь:</b>   |   |   |   |   |
| 6  | подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля   |   | + | + | + |
| 7  | определять обсеменённость объектов окружающей среды и техногенных потоков;  |   |   | + |   |
| 8  | Разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста;  |   |   |   | + |
| 9  | выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологическими свойствами.   |   |   | + | + |
|  | <b>владеть:</b>   |   |   |   |   |
| 10   | основами микробиологической техники; и методами работы  |   |   | + |   |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>общепрофессиональные и профессиональные компетенции: обладать:</b> |   |   |   |   |   |
| 11   | способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); | + |   | + | + |

|    |  |   |   |   |   |
|----|--|---|---|---|---|
| 12 | способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4); | + | + |   | + |
| 13 | владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);                                 | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | Раздел дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий                           | часы |
|-------|-------------------|---|------|
| 1     | 1                 | Строение клеток эукариот и прокариот. Важнейшие органеллы клетки. | 4    |
| 2     | 2                 | Типы питания микроорганизмов.                                     | 4    |
| 3     | 2                 | Краткая характеристика отдельных групп микроорганизмов.           | 4    |
| 4     | 2                 | Понятие о накопительных и чистых культурах микроорганизмов.       | 3    |
| 5     | 2                 | Методы культивирования микроорганизмов. Кривая роста. Диауксия.   | 4    |
| 6     | 3                 | Типы биологического окисления.                                    | 4    |
| 7     | 3                 | Катаболические процессы у микроорганизмов.                        | 4    |
| 8     | 4                 | Основные понятия о селекции микроорганизмов и генной инженерии    | 3    |

|       |   |   |    |
|-------|---|---|----|
| 9     | 4 | Участие микроорганизмов в круговороте веществ в природе | 2  |
| Итого |   |   | 32 |

## 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Общая микробиология» не предусмотрен.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 1 вопрос из 18 позиций теста по каждому объекту.**

Объект тестирования определяется индивидуально каждому студенту. Выделяются все признаки и свойства, относящиеся к заданному объекту.

1. Тип строения клетки
  - а) эукариотический
  - б) прокариотический

2. Тип клеточной организации
  - а) одноклеточная
  - б) многоклеточная
  - в) ценоцитная
3. Строение генетического аппарата
  - а) ядро
  - б) эквивалент ядра, нуклеоид
  - в) внехромосомные элементы
4. Количество хромосом
  - а) 1
  - б) 10
  - в) больше одной
5. Морфология организма
  - а) кокковидная
  - б) палочковидная
  - в) извитая
  - г) нитчатая
  - д) овальная
  - е) мицелиальная
6. Размер организма
  - а) 1-2 мкм
  - б) меньше 1 мкм
  - в) 4-6 мкм
  - г) равен или больше 10 мкм
7. Органеллы клетки
  - а) рибосомы 70s
  - б) рибосомы 80s
  - в) аппарат Гольджи
  - г) эндоплазматический ретикулум
  - д) митохондрии
  - е) мезосомы
  - е) вакуоли пищеварительные
8. Запасные питательные вещества
  - а) крахмал
  - б) неорганические соединения
  - в) липиды
  - г) гликоген
9. Компоненты клеточной стенки
  - а) целлюлоза
  - б) хитин
  - в) муреин
  - г) теихоевые кислоты
10. Строение клеточной стенки
  - а) клеточная стенка отсутствует

- б) многослойное
  - в) однослойное – муреин
11. Характерные специализированные структуры
- а) цисты
  - б) эндоспоры
  - в) половые споры
12. Тип размножения
- а) половой
  - б) бесполой
  - в) вегетативный
13. Способ размножения
- а) бинарное деление перетяжкой
  - б) бинарное деление перегородкой
  - в) почкование
  - г) деление в одной плоскости
  - д) деление в трёх плоскостях
  - е) деление в произвольных плоскостях
14. Типы питания
- а) фототрофный
  - б) гетеротрофный осмофильный
  - в) гетеротрофный галозойный
15. Механизм поступления питательных веществ в клетку
- а) эндоцитоз
  - б) пассивная диффузия
  - в) облегчённая диффузия
  - г) активный транспорт
16. Классификация основана
- а) на способах передвижения
  - б) на строении органов образования половых клеток
  - в) на химическом составе клеток
  - г) на морфологии клеток
  - д) на строении клеточной стенки
17. Локализация электронтранспортной цепи
- а) в митохондриях
  - б) на цитоплазматической мембране
18. Среда преимущественного обитания
- а) почва
  - б) водные объекты
  - в) скальные породы
  - г) организм животных и человека

Перечень объектов для тестирования:

- фотосинтезирующий организм, не имеющий митохондрий;
- фотосинтезирующий организм, имеющий митохондрии;
- организм, не имеющий клеточной стенки;
- организм, обладающий фагоцитарным типом питания;
- актиномицеты;
- дрожжи рода *Candida*,
- *Saccharomyces cerevisiae*,
- *E. coli*,
- *Pseudomonas putida*,
- *Bacillus cereus*,
- *Streptococcus lactis*,
- *Aspergillus niger*,
- *Penicillium notatum*,
- *Tetrahymena peryformis*

**Разделы 2-3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**  
**Контрольная работа содержит 3 вопроса по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за 3-ий.**

Вариант 1

1. Определить прирост биомассы при периодическом режиме культивирования бактерий за время 4 часа, если удельная скорость роста культуры

0.33 1/ч., а начальная концентрация биомассы 4 г/л.

2. При непрерывном культивировании в питательной среде, подаваемой со скоростью 60 л/ч, концентрация n- алканов составляет 1.4%, концентрация биомассы в ферментёре – 12 г/л., полезный объём ферментёра 300 л. Рассчитать удельную скорость роста микроорганизмов, время генерации и выход биомассы от заданного субстрата.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Дрожжи термотолерантные, для очистки морских акваторий от нефтяной плёнки

Вариант 2

1. Определить прирост биомассы при периодическом режиме культивирования бактерий за время 4 часа, если удельная скорость роста культуры

0.33 1/ч., а начальная концентрация биомассы 4 г/л.

2. В условиях непрерывного культивирования скорость протока среды составляет 0.25 л/ч, концентрация биомассы в ферментёре - 2%. Содержание субстрата – 3%. Рассчитать выход биомассы от заданного субстрата, и время генерации культуры.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Бактерии термотолерантные для очистки морей от нефтяной плёнки

Вариант 3

– Определить время генерации дрожжей при периодическом культивировании, если в логарифмической фазе роста содержание биомассы за 2 часа увеличилось в 4 раза

– В условиях непрерывного культивирования полезный объём ферментёра -450 л, скорость поступления питательной среды 90 л/ч, концентрация источника углерода (н- алканов) в подаваемой среде - 1.4%, концентрация биомассы в ферментёре – 14 г/л. Рассчитать удельную скорость роста микроорганизмов и выход биомассы от заданного субстрата.

– Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Бактери для очистки северных морей от нефтяной плёнки;

#### Вариант 4

1. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации микроорганизмов при периодическом культивировании, если в 11 часов концентрация биомассы была  $10^6$  клеток/мл, а 15 часов-  $10^8$  кл/мл.

2. В условиях непрерывного культивирования рассчитать скорость протока среды в ферментёре, удельную скорость роста культуры и время генерации, если полезный объём ферментёра – 250 л., а скорость подачи питательной среды 50 л/ч.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Цианобактерии термофильные, азотфиксирующие;

#### Вариант 5

1. Рассчитать выход биомассы, удельную скорость роста и время генерации штамма при периодическом культивировании, если в среде содержится 1.4% алканов, концентрация биомассы на 5-ом часу культивирования была 3 г/л, а на 12-ом часу -10 г/л.

2. В условиях непрерывного культивирования рассчитайте время генерации штамма и выход биомассы, если скорость протока среды в ферментёре 0.4 л/ч, концентрация источника углерода в подаваемой среде 2%, а концентрация биомассы 10 г/л.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Дрожжи термофильные для очистки сточных вод, загрязнённых фенолом;

#### Вариант 6

1. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации культуры микроорганизмов при периодическом культивировании, если в 11 часов плотность популяции составляла  $10^4$  кл/мл, а в 15 часов- $10^8$  кл/мл.

2. В условиях непрерывного культивирования полезный объём ферментёра 300 л, скорость поступления питательной среды 60 л/ч. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации культивируемого штамма.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Одноклеточные водоросли, устойчивые к тяжёлым металлам;

#### Вариант 7

1. Рассчитать время генерации бактерий при периодическом культивировании, если за время 2 часа в логарифмической фазе роста прирост биомассы составил 4 г/л при начальном содержании 1,5 г/л.

2. При непрерывном культивировании в питательной среде, подаваемой со скоростью 60 л/ч, концентрация n- алканов составляет 1.4%, концентрация биомассы в ферментёре – 12 г/л., полезный объём ферментёра 300 л. Рассчитать удельную скорость роста микроорганизмов, время генерации и выход биомассы от заданного субстрата.

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Микроорганизмы для очистки сточных вод производства пенициллина;

#### Вариант 8

– Начертить кривые усвоения субстрата микроорганизмами, рост которых характеризуется данной кривой роста, и рассчитать удельную скорость роста при их потреблении.

– В условиях непрерывного культивирования рассчитать скорость потока среды в ферментёре, удельную скорость роста культуры и время генерации, если полезный объём ферментёра – 250 л., а скорость подачи питательной среды 50 л/ч.

– Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: микроорганизмы, устойчивые к тяжёлым металлам;

#### Вариант 9

1. Определить время генерации дрожжей при периодическом культивировании, если в логарифмической фазе роста содержание биомассы за 2 часа увеличилось в 4 раза

2. При непрерывном культивировании в питательной среде, подаваемой со скоростью 60 л/ч, концентрация n- алканов составляет 1.4%, концентрация биомассы в ферментёре – 12 г/л., полезный объём ферментёра 300 л. Рассчитать удельную скорость роста микроорганизмов, время генерации и выход биомассы от заданного субстрата

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Микроорганизмы, способные развиваться на отходах молочных комбинатов (молочной сыворотке).

#### Вариант 10

1. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации микроорганизмов при периодическом культивировании, если в 11 часов концентрация биомассы была  $10^6$  клеток/мл, а 15 часов-  $10^8$  кл/мл.

2. В условиях непрерывного культивирования полезный объём ферментёра 300 л, скорость поступления питательной среды 60 л/ч. Рассчитать удельную скорость роста и время генерации культивируемого штамма

3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Микроорганизмы для ускорения процессов компостирования отходов овощных баз

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.  
Контрольная работа содержит 2 вопроса по 10 баллов за вопрос.**

**Вариант 1**

1. Микробиологические процессы, протекающие при разложении крахмала в аэробных условиях.
2. Микробиологические процессы превращений молекулярной серы.

**Вариант 2**

1. Микробиологические процессы, протекающие при разложении целлюлозы в анаэробных условиях.
2. Процессы азотфиксации в анаэробных условиях.

**Вариант 3**

1. Микробиологические процессы, протекающие при разложении мёртвой древесины.
2. Микробиологические превращения сероводорода.

**Вариант 4**

1. Микробиологические процессы разложения ксилана в анаэробных условиях.
2. Микробиологические процессы превращений сульфатов в анаэробных условиях.

**Вариант 5**

1. Микробиологические процессы разложения гемицеллюлозы в анаэробных условиях.
2. Микробиологические процессы превращения нитратов в аэробных и анаэробных условиях.

**Вариант 6**

1. Микробиологические процессы разложения пектина в анаэробных условиях.
2. Микробиологические процессы превращения нитратов в аэробных условиях.

**Вариант 7**

1. Микробиологические процессы разложения жиросодержащих субстратов в аэробных условиях.

2. Микробиологические процессы превращения сульфатов в анаэробных условиях.

Вариант 8

1. Микробиологические процессы разложения белков в анаэробных условиях.

2. Микробиологические процессы превращения сульфатов в аэробных условиях.

Вариант 9

1. Микробиологические процессы превращения лактозы в анаэробных условиях.

2. Микробиологические процессы образования сероводорода в анаэробных условиях.

Вариант 10

1. Микробиологические процессы превращения метана в аэробных условиях.

2. Микробиологические процессы превращения сероводорода в аэробных условиях.

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5-ый семестр – экзамен).**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

1. Предмет и задачи микробиологии

2. Мир микроорганизмов. Положение в биологическом мире. Общие признаки и разнообразие.

3. Строение клетки эукариотов и прокариотов

4. Морфология и размножение микроорганизмов

5. Питание микроорганизмов

6. Действие физических и химических факторов на микроорганизмы

7. Рост и культивирование микроорганизмов

8. Способы получения микроорганизмами энергии и пути ее трансформации

9. окисление органических соединений. Анаэробное окисление. Брожение.

10. Анаэробное окисление органических субстратов с использованием неорганических акцепторов водорода (анаэробное дыхание)

11. Аэробное окисление органических веществ (дыхание)

12. Окисление одноуглеродных соединений

13. Неполное окисление органических субстратов

14. Трансформация органических веществ микроорганизмами

15. Использование лучистой энергии

16. Окисление неорганических соединений

17. Процессы биосинтеза (синтез белка и нуклеиновых кислот, ассимиляционная нитрат редукция, фиксация молекулярного азота, ассимиляционная сульфатредукция)

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит три вопроса.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (5-ый семестр).

Экзамен по дисциплине «Общая микробиология» проводится в 5-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из трех вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

|  |  |
|--|--|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии,<br/>_____ В.И.<br/>Панфилов</p> <p>«__» _____ 20__<br/>г.</p>  | Министерство науки и высшего образования РФ  |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b>                           |
|  | <b>Кафедра биотехнологии</b>   |
|  | <b>Направление подготовки бакалавров 19.03.01<br/>Биотехнология<br/>Дисциплина «Общая микробиология»</b> |
| <b>Билет № 1</b>   |  |
| <p>4. Морфология прокариот (размер, морфология, эндоспоры и др. покоящиеся формы).</p> <p>5. Пропионово-кислое брожение. Микроорганизмы-продуценты. Химизм брожения. Практическое значение.</p> <p>6. Участие микроорганизмов в превращении азота в природе.</p> |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Шлегель Г. Общая микробиология. - М.: Мир, 2012 - 568 с.
2. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. В 2 частях. – М.: Юрайт, 2017. – 333с.
3. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Горнова И.Б. Лабораторный практикум по общей микробиологии. – М.: Изд-во ДеЛи принт, 2004. – 144 с.

#### Б Дополнительная литература

1. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств – М., Изд. ДеЛи принт, 2010.
2. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. – М.: Мир, 2006.

3. [Всеволод Емцев](#), [Евгений Мишустин](#) Общая микробиология. М.: Юрайт, 2017. – 253с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

#### *Интернет-ресурсы*

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 6) компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
- 7) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75);
- 8) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muotr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 9) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

### **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы биотехнологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

#### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

#### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны;

цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки)  | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |   |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   | Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams |  | с правом перехода на обновлённую версию продукта)   |  |
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки эксперименталь  | Контракт № 143-164ЭА/2                 | 1 лицензия для активации  | бессрочная   |

|    |  |   |   |            |
|----|--|---|---|------------|
|    | ных данных<br>BioOffice ultra  | 010 от<br>14.12.10                                  | и на<br>рабочих<br>станциях                                     |            |
| 8  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw pro                               | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 9  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw ultra                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 |   | бессрочная |
| 10 | MATLAB<br>Academic new<br>Product Group<br>Licenses (per<br>License)                                 | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1 лицензи<br>я для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях   | бессрочная |
| 11 | MATLAB<br>Classroom Suite<br>new Product<br>From 25 to 49<br>Concurrent<br>Licenses (per<br>License) | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов           | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|---------------------------------|---|---|
| Раздел 1.<br>Биология протистов | Знает: особенности строения клеток про- и эукариотических организмов;<br>Умеет: Готовить препараты для микроскопирования и микроскопировать | Оценка за контрольную работу №1 (5-ый семестр)<br>Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр) |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | Оценка за экзамен (5-ый семестр)  |
| Раздел 2.<br>Рост и культивирование микроорганизмов | Знает: закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов<br>Умеет: подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля;<br>разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста; | Оценка за контрольную работу №2 (5-ый семестр)<br>Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)   |
| Раздел 3.<br>Метаболизм микроорганизмов             | Знает: особенности метаболизма, типы биологического окисления микроорганизмов<br>Умеет: выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологически свойствами.  | Оценка за контрольную работу №1 (5-ый семестр)<br>Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)<br><br>Оценка за экзамен (5-ый семестр) |
| Раздел 4.<br>Экология микроорганизмов               | Знает: роль микроорганизмов в природе, основы селекции микроорганизмов<br>Умеет: определить микробные компоненты биоценоза;<br>осуществить   | Оценка за контрольную работу №3 (5-ый семестр)<br>Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)<br><br>Оценка за экзамен (5-ый семестр) |

|  |                              |  |
|--|------------------------------|--|
|  | микробиологический контроль. |  |
|--|------------------------------|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Общая микробиология»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Материаловедение в биотехнологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена:

Программа составлена:

Заведующим кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии

д.т.н., профессором Т.А. Ваграмяном

доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

к.т.н. Д.В. Мазуровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева « » июня 2021 г., протокол №

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.....   | 213 |
| 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....  | 213 |
| 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....   | 214 |
| 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....   | 215 |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий   | 215 |
| 4.2. Содержание разделов дисциплины  | 216 |
| 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....   | 217 |
| 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....  | 218 |
| 6.1 Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине  | 219 |
| 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....  | 219 |
| 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  | 220 |
| 8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы  | 220 |
| 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины  | 222 |
| 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....   | 228 |
| 9.1. Рекомендуемая литература  | 228 |
| 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации   | 228 |
| 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины  | 230 |
| 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....   | 231 |
| 10.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий                                | 231 |
| 10.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий                                 | 232 |
| 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ.....  | 232 |
| 11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий | 232 |
| 11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий  | 233 |
| 12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ.....                                       | 233 |
| 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 241 |
| 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе   | 241 |
| 13.2. Учебно-наглядные пособия   | 241 |
| 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства                | 241 |
| 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы  | 241 |
| 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения  | 242 |
| 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ.....   | 244 |
| 15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....      | 249 |

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д. И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Материаловедение в биотехнологии» относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области знаний основ естественнонаучных дисциплин – общей и неорганической химии, органической химии, физической химии, физики, прикладной механики.

**Цель дисциплины** – изучение основных групп материалов, используемых в биотехнологиях, их свойств и областей применения.

### **Задачи дисциплины:**

-получение информации о физической сущности явлений, происходящих в материалах;

-установление зависимости между составом, строением и свойствами материалов;

-изучение теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий;

-изучение основных групп материалов, их свойств и областей применения.

Цели и задачи курса достигаются с помощью:

-ознакомления с классификацией, структурой, составом и свойствами материалов;

-ознакомления с основными конструкционными и функциональными материалами, применяемыми в химической технологии и химическом аппаратостроении;

-ознакомления с простейшими операциями определения свойств материалов.

Дисциплина «Материаловедение в биотехнологии» преподается в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Материаловедение в биотехнологии» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология» направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

-способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);

-готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);

- способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основные типы неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;

- способы получения и области применения современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;

- условия эксплуатации и совместимость современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;

- типовые методы контроля и испытаний современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;

- утвержденные в Российской Федерации правила и принципы маркировки современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях

*Уметь:*

- осуществлять выбор материалов, пригодных к применению в биотехнологических процессах и технологиях ;

- определять основные свойства неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;

- прогнозировать поведение и работоспособность неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, в зависимости от условий эксплуатации;

*Владеть:*

- методами анализа связи состава и структуры неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, с их свойствами в заданных условиях эксплуатации;

- навыками и умением организации и проведения поиска информации о материалах с заданными свойствами с использованием ресурсов НТБ и Интернет-ресурсов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                            | В<br>зачетны<br>х<br>единица<br>х | В<br>академ.<br>часах |
|--|-----------------------------------|-----------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>                          | <b>108</b>            |
| <b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b>                       | <b>48</b>             |
| Лекции (Лек)                                   | 0,89                              | 32                    |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44                              | 16                    |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>            | <b>1,67</b>                       | <b>60</b>             |

|  |                             |                  |
|--|-----------------------------|------------------|
| Контактная самостоятельная работа            |                             | 0,2              |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                             | 53,8             |
| <b>Вид контроля:</b>                         | <b>Зачет</b>                |                  |
| Виды учебной работы                          | В зачетных<br>х<br>единицах | В астр.<br>часах |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>3</b>                    | <b>81</b>        |
| <b>Аудиторные занятия:</b>                   | <b>1,33</b>                 | <b>35,91</b>     |
| Лекции (Лек)                                 | 0,89                        | 24,03            |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,44                        | 11,88            |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>1,67</b>                 | <b>45,09</b>     |
| Контактная самостоятельная работа            |                             | 0,15             |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                             | 44,94            |
| <b>Вид контроля:</b>                         | <b>Зачет</b>                |                  |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины  | Часов      |           |                      |                        |
|-------|--|------------|-----------|----------------------|------------------------|
|       |  | Всего      | Лекции    | Практические занятия | Самостоятельная работа |
| 1     | 2  | 3          | 4         | 5                    | 6                      |
| 1.    | Введение   | 6          | 2         |                      | 4                      |
| 2.    | Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения                      | 26         | 10        | 4                    | 12                     |
| 3.    | Раздел 2. Металлические материалы  | 32         | 10        | 6                    | 16                     |
| 4.    | Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии | 12         | 4         | 2                    | 6                      |
| 5.    | Раздел 4. Неметаллические материалы                                      | 24         | 4         | 2                    | 18                     |
| 6.    | Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов                     | 8          | 2         | 2                    | 4                      |
|       | <b>Всего часов</b>   | <b>108</b> | <b>32</b> | <b>16</b>            | <b>60</b>              |

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **Введение**

Материаловедение как наука: цели, задачи и значение дисциплины. Общие требования, предъявляемые к материалам в зависимости от условий использования или эксплуатации. Развитие науки о материалах. Значение материалов в развитии химико-технологических процессов и обеспечении их безопасности.

### **Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения**

Основные понятия о строении, структуре и свойствах материалов. Методы изучения структуры и свойств материалов. Строение материалов. Основные типы кристаллических решеток. Классификация кристаллов по типам связи. Анизотропия свойств кристаллов.

Свойства материалов. Показатели свойств. Классификация свойств. Механические, физические, химические, эксплуатационные и технологические свойства материалов. Показатели механических свойств, определяемые при статических испытаниях на растяжение и изгиб. Методы определения твердости материалов.

Физико-химические основы материаловедения. Основы теории сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Термины и определения. Диаграммы - «состав-свойство». Фазовый состав сплавов. Зависимость между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Правило Н.С. Курнакова.

### **Раздел 2. Металлические материалы**

Железо и сплавы на его основе. Стали и чугуны. Железоуглеродистые сплавы. Структуры сплавов железо-углерод. Диаграммы состояния железо-цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов.

Конструкционные металлические материалы. Углеродистые и легированные стали. Классификация сталей, определение понятия качества стали (требования к качеству). Влияние углерода и постоянных (технологических) примесей на качество стали, методы улучшения качества стали (повышение ее конструкционной прочности). Влияние легирующих элементов на свойства стали. Конструкционные стали. Инструментальные стали. Классификация углеродистых и легированных сталей. Маркировка сталей Чугуны и твердые сплавы. Свойства и назначение чугуна. Процесс графитизации. Чугуны серые, белые, ковкие, высокопрочные, их свойства, область применения, маркировка.

Термическая обработка. Теория и практика термической и химико-термической обработки металлов и сплавов. Природа, механизм и условия протекания структурных превращений в стали. Виды термической обработки стали: отжиг I и II рода, полный и неполный отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Влияние термической обработки на механические свойства стали. Физические основы химико-термической обработки. Диффузионное насыщение поверхности стали неметаллами. Виды и способы цементации. Азотирование стали. Диффузионная металлизация. Ионная химико-термическая обработка.

Цветные металлы и сплавы на их основе. Общая характеристика и классификация медных сплавов. Латунь, бронзы, медно-никелевые сплавы. Общая характеристика алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы, литейные алюминиевые сплавы. Общая характеристика магниевых сплавов. Деформируемые магниевые сплавы.

Литейные магниевые сплавы. Титан и сплавы на основе титана. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства титановых сплавов. Бериллий и сплавы на его основе. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.

Порошковые металлические материалы. Материалы с особыми электрическими свойствами.

### **Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии.**

Основные причины коррозии металлов. Показатели коррозии. Классификация коррозионных процессов. Химическая коррозия. Газовая коррозия. Коррозия в жидкостях – неэлектролитах. Электрохимическая коррозия. Кинетика электрохимической коррозии. Коррозия металлов в условиях технологических сред химических производств.

Принципы и методы защиты от коррозии. Коррозионностойкие металлические и неметаллические материалы. Методы защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии. Ингибиторы коррозии. Электрохимическая защита. Защитные покрытия.

### **Раздел 4. Неметаллические материалы**

Неметаллические материалы. Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров. Термореактивные и термопластичные полимеры. Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс. Армированные полимерные материалы. Газонаполненные пластмассы.

Особенности строения, свойства резиновых материалов. Резины общего назначения, специальные резины и области их применения.

Керамические материалы. Конструкционная, инструментальная и техническая керамика. Неорганическое стекло. Классификация стекол по назначению и области применения. Ситаллы. Графит. Асбест. Свойства и области применения.

Древесные материалы.

Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов. Дисперсно-упроченные КМ, слоистые КМ, волокнистые КМ. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе. САП (спеченные алюминиевые порошки). Керамические композиционные материалы. Гибридные композиционные материалы.

### **Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.**

Выбор конструкционных материалов для конкретного технологического процесса. Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов. Экологические и экономические аспекты материаловедения и защиты материалов от коррозии в биотехнологии.

#### **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|                      | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Разделы |   |   |   |   |
|----------------------|--|---------|---|---|---|---|
|                      |  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <i><b>Знать:</b></i> |  |         |   |   |   |   |
| 1                    | - основные типы неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;                                      | +       | + | + | + | + |
| 2                    | - способы получения и области применения современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях; |         | + |   | + | + |

|  |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|
| 3  | - условия эксплуатации и совместимость современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;  |   | + |   | + | + |
| 4  | - типовые методы контроля и испытаний современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;   |   | + |   | + | + |
| 5  | - утвержденные в Российской Федерации правила и принципы маркировки современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях  |   | + |   | + | + |
| <b>Уметь:</b>  |   |   |   |   |   |   |
| 6  | - осуществлять выбор материалов, пригодных к применению в биотехнологических процессах и технологиях ;  |   | + | + | + | + |
| 7  | - определять основные свойства неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;  |   | + |   | + | + |
| 8  | - прогнозировать поведение и работоспособность неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, в зависимости от условий эксплуатации;   |   | + | + | + | + |
| <b>Владеть:</b>  |   |   |   |   |   |   |
| 9  | - методами анализа связи состава и структуры неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, с их свойствами в заданных условиях эксплуатации;  | + | + | + |   | + |
| 10   | - навыками и умением организации и проведения поиска информации о материалах с заданными свойствами с использованием ресурсов НТБ и Интернет-ресурсов.  | + | + | + |   | + |
| <b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции:</b> |   |   |   |   |   |   |
| 11   | - способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); | + | + | + | + | + |
| 12   | -способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);  | + | + | + | + | + |
| 13   | -готовность оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);  | + | + | + | + | + |
| 14   | - способность работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8).   | + | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 16 часов (0,44 зач. ед.).

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | Раздел 1             | Строение, структура и свойства материалов. Механические свойства материалов  | 2    |
| 2     | Раздел 1             | Основы теории сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Термины и определения. Диаграммы – «состав-свойство». Фазовый состав сплавов.  | 2    |
| 3     | Раздел 2             | Фазовые структуры в системе «Fe-C». Диаграмма состояния «Fe-Fe <sub>3</sub> C». Возможности ее применения для решения прикладных технологических задач.  | 2    |
| 4     | Раздел 2             | Методы повышения конструкционной прочности сталей. Маркировки и классификация сталей и чугунов.  | 2    |
| 5     | Раздел 2             | Цветные металлы и сплавы на их основе. Общая характеристика, классификация, маркировки, применение в промышленности  | 2    |
| 6     | Раздел 3             | Защита материалов химических аппаратов от коррозии   | 2    |
| 7     | Раздел 4             | Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Основные виды пластических масс, их свойства и области применения. Силикатные материалы. Каучуки и резины. Лакокрасочные материалы. Композиционные материалы. | 2    |
| 8     | Раздел 5             | Экономически обоснованный выбор материала для конкретного технологического процесса. Критерии выбора материала для биотехнологии   | 2    |

### 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Материаловедение в биотехнологии» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 60 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ;
- подготовка домашних заданий и написание реферата по предложенным и свободным темам;

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы***

Реферат по курсу выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 15 баллов.

1. Сплавы меди, их применение в химических производствах.
2. Титан и его сплавы. Классификация, свойства, получение и области применения.
3. Алюминий и его сплавы как конструкционный материал.
4. Бериллий и сплавы содержащие бериллий. Свойства, применение в химическом машиностроении (химической технологии).
5. Легированные машиностроительные сплавы.
6. Конструкционные материалы на основе магния.
7. Аллотропические превращения металлов (Fe, Sn, Ti, Zr и др.).
8. Нержавеющие (коррозионностойкие) легированные стали.
9. Инструментальные стали и сплавы.
10. Жаропрочные материалы.
11. Жаростойкие материалы (металлические).
12. Хладостойкие материалы.
13. Радиационностойкие материалы.
14. Износостойкие материалы.
15. Чугуны с вермикулярным графитом.
16. Высокопрочные чугуны. Состав, структура, свойства, маркировка, применение в химическом машиностроении.
17. Легированные чугуны (коррозионная стойкость, применение в химической технологии).
18. Стали и сплавы для пищевой промышленности.
19. Подшипниковые стали.
20. Рессорно-пружинные стали.
21. Антифрикционные металлические материалы.
22. Металлы с памятью формы.
23. Тугоплавкие металлы (коррозионная стойкость и применение в химической технологии).
24. Латунни (состав, свойства, применение в химической технологии).
25. Бронзы (состав, свойства, применение в химической технологии).

26. Диаграммы состояния металлических сплавов.
27. Диаграммы состояния системы Fe – C ( $Fe_3C$ ).
28. Диаграммы состояния сплавов меди.
29. Диаграммы состояния сплавов алюминия.
30. Пластмассы с порошковыми наполнителями.
31. Резины. Технология получения, свойства, применение в химической технологии.
32. Стекло. Состав, свойства, химическое сопротивление, области применения в химической технологии.
33. Техническая керамика в химической технологии.
34. Неметаллические антифрикционные материалы.
35. Химическая деструкция полимерных материалов.
36. Лакокрасочные покрытия (ЛКП) как метод защиты конструкционных материалов от коррозии.
37. Старение полимеров. Процессы, протекающие при старении полимеров.
38. Воздействие биохимических и биологических факторов на свойства неметаллических конструкционных материалов.
39. Керамика в ракетно-космическом машиностроении.
40. Керамика для хранения радиоактивных отходов.
41. Ударопрочная броневая керамика.
42. Керамика в двигателях внутреннего сгорания.
43. Органические полимерные покрытия и основы их нанесения.
44. Неорганические покрытия и способы их нанесения.
45. Древесные материалы.
46. Конструкционные материалы на основе графита.
47. Кислотоупорная керамика и фарфор.
48. Материалы, получаемые плавлением природных силикатов.
49. Каучуки и резины.
50. Материалы для прокладок в химической технологии.
51. Углеродистые материалы.
52. Силикатные эмали.
53. Коррозия силикатных материалов в условиях химических производств.
54. Химическая деструкция полимерных материалов под действием растворов электролитов.
55. Стойкость силикатных материалов к действию кислот и щелочей.
56. Взаимодействие неметаллических конструкционных материалов с водой (водостойкость).
57. Прочность и разрушение неметаллических материалов.
58. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с агрессивными средами.
59. Коррозионная (химическая) стойкость неметаллических конструкционных материалов в технологических растворах серной кислоты.

## 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по двум, трем разделам), выполнение домашнего задания, написание реферата и контрольная работа по всем разделам дисциплины. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 70 баллов, по 15 баллов за реферат, 15 баллов на домашнее задание.

### Раздел 1-2. Пример контрольной работы № 1.

#### Физико-химические основы материаловедения Металлические материалы

| N | Вопрос                                     | Варианты ответа   |
|---|--|---|
| 1 | Жидкотекучесть-это способность металла ... | <ol style="list-style-type: none"><li>1. легко растекаться и заполнять полностью литейную форму</li><li>2. не разрушаясь, сопротивляться действию прилагаемых внешних сил</li><li>3. деформироваться без разрушения при приложении внешних сил</li><li>4. оказывать сопротивление ударным нагрузкам</li><li>5. восстанавливать форму после прекращения действия приложенных внешних сил</li></ol> |
| 2 | Определите дефект кристаллической решетки  | <ol style="list-style-type: none"><li>1. виды дефектов кристаллической структуры и фазы дислокационной схемы пластического сдвига</li><li>2. искажение решетки при вакансии</li><li>3. схема образования и миграции вакансии</li><li>4. примесные (чужеродные) атомы</li><li>5. межузельные атомы</li></ol>   |
| 3 | Расшифруйте марку сплава КЧ 37-12          |   |
| 4 | Маркировка стали 40Г это                   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. углеродистая инструментальная сталь</li><li>2. легированная цементуемая сталь</li><li>3. электромагнитная сталь</li><li>4. углеродистая конструкционная сталь с повышенным содержанием марганца</li><li>5. углеродистая конструкционная качественная сталь с повышенным содержанием марганца</li></ol>   |
| 5 | Укажите содержание Zn (%) в сплаве ЛК 80-3 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 80%</li><li>2. 3%</li></ol>  |

|  |  |                       |
|--|--|-----------------------|
|  |  | 3. 83%                |
|  |  | 4. 17%                |
|  |  | 5. цинка в сплаве нет |

#### Оценочный материал по контрольной работе №1

|        |   |   |   |   |   |          |
|--------|---|---|---|---|---|----------|
| Вопрос | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | <b>Σ</b> |
| Баллы  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15       |

#### Раздел 3-5. Пример контрольной работы № 2.

Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии  
Неметаллические материалы  
Экономически обоснованный выбор материалов

| № | Вопрос   | Ответ |
|---|--|-------|
| 1 | Определение термина коррозия   |       |
| 2 | Особенности атмосферной коррозии   |       |
| 3 | Классификация коррозионных процессов по виду коррозионных разрушений поверхности         |       |
| 4 | Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс |       |
| 5 | Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов                                    |       |

#### Оценочный материал по контрольной работе №2

|        |   |   |   |   |   |          |
|--------|---|---|---|---|---|----------|
| Вопрос | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | <b>Σ</b> |
| Баллы  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15       |

## **Раздел 1-2. Перечень тем домашних заданий**

Домашнее задание по курсу выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка – 15 баллов.

1. Привести фрагмент диаграммы состояния железо-цементит, соответствующий интервалу концентраций углерода сталей и чугунов.
2. По диаграмме состояния железо-цементит описать процесс охлаждения расплава с концентрацией в интервале температур 20-1350<sup>0</sup>С.
3. По диаграмме состояния железо-цементит определить составы фаз при различных температурах и концентрациях, описать фазовые превращения при переходе через критические точки.
4. Показать на диаграмме состояния железо-цементит температурный режим диффузионного, полного, неполного, низкого, рекристаллизационного отжига, указать особенности технологии и назначение.
5. Показать на диаграмме состояния железо-цементит температурный режим полной, неполной закалки, основные способы закалки, указать особенности технологии и назначение.
6. Возможные дефекты термообработки и способы их устранения.
7. Показать на диаграмме состояния железо-цементит температурный режим низкого, среднего и высокого отпуска, указать особенности технологии и назначение, отличие от различных видов старения.
8. Привести схему обработки стали холодом, указать особенности технологии и назначение, структурные превращения.
9. Привести схемы различных видов термомеханической обработки стали, указать особенности технологии, назначение, структурные превращения.
10. Перечислить основные виды химико-термической обработки стали, особенности процессов цементации, азотирования, цианирования, нитроцементации, диффузионной металлизации, назначение и режимы.
11. Классификация углеродистых и легированных сталей.
12. Маркировка конструкционных углеродистых и легированных сталей.
13. Шарикоподшипниковые стали, особенности маркировки.
14. Рессорно-пружинные стали, особенности маркировки.
15. Маркировка инструментальных и легированных сталей.
16. Быстрорежущие стали, особенности маркировки.
17. Твердые сплавы, особенности маркировки.
18. Штамповые стали, особенности маркировки.
19. Стали для измерительного инструмента, особенности маркировки.
20. Легированные стали для фасонного литья, особенности маркировки.
21. Стали и сплавы с особыми свойствами.
22. Износостойкие стали, особенности маркировки.
23. Кислотостойкие стали и сплавы.
24. Коррозионностойкие стали.

25. Жаростойкие стали и сплавы.
- 26.. Жаропрочные стали и сплавы.
27. Сплавы криогенной техники, особенности маркировки.
28. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.
29. Магнитные стали и сплавы, особенности маркировки.
30. Сплавы с заданным значением коэффициента теплового расширения.
31. Сплавы с малым температурным коэффициентом модуля упругости.
32. Сплавы с особыми упругими свойствами.
33. Сплавы с эффектом памяти формы.
34. Классификация чугунов.
35. Легированные чугуны, свойства, маркировка.
- 36.. Ковкие чугуны, свойства, маркировка.
37. Высокопрочные чугуны, маркировка.
38. Антифрикционные чугуны, маркировка.
- 39.. Серые чугуны, маркировка.
40. Коррозионностойкие чугуны, особенности маркировки.
41. Деформируемые сплавы алюминия.
42. Литейные алюминиевые сплавы.
43. Маркировка сплавов на основе алюминия.
44. Бериллий и его сплавы. Свойства. Области применения.
45. Антифрикционные сплавы.
46. Баббиты.
47. Маркировка латуней.
48. Бронзы, классификация, маркировки
49. Магний и его сплавы. Маркировка.
50. Титан и его сплавы. Маркировка.

### **Раздел 1-5. Перечень вопросов для контрольной работы №3**

Контрольная работа по дисциплине «Материаловедение в биотехнологии» включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Контрольная работа состоит из 2 вопросов, относящихся к разным разделам курса. Вопросы предусматривают развернутые устные ответы студента по достаточно объемной тематике. Ответы на вопросы оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

1. Строение металлических материалов. Основные типы кристаллических решеток. Примеры. Анизотропия свойств.
2. Строение реальных кристаллов (дефекты и их влияние на свойства металлов и сплавов).
3. Характерные свойства металлов и сплавов. Классификация металлов. Применение в химической технологии.

4. Кристаллизация металлов и сплавов – самопроизвольная (аспекты термодинамики) и на искусственных центрах кристаллизации.
5. Аллотропические превращения металлов. Примеры Fe, Sn, Ti и др.
6. Механические свойства. Показатели механических свойств, определяемые при статических испытаниях на растяжение. Показатели механических свойств, определяемые при динамических и циклических нагрузках.
7. Основы теории сплавов (фазовый состав сплавов). Твердые растворы, механические смеси, химические соединения.
8. Диаграммы «состав – свойство». Правило Курнакова – Жемчужного.
9. Железо и сплавы на его основе. Классификация и оценка свойств.
10. Диаграмма состояния Fe – Fe<sub>3</sub>C.
11. Стали. Классификация. Строение на примере фазовых диаграмм.
12. Стали. Влияние углерода и примесей на свойства.
13. Маркировка углеродных и легированных сталей.
14. Углеродистые и легированные стали. Влияние легирующих элементов на свойства стали.
15. Конструкционные стали (углеродистые и легированные). Области применения. Маркировка.
16. Легированные стали. Классификация. Структура, свойства, маркировка.
17. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали. Свойства. Маркировка.
18. Инструментальные стали и сплавы. Свойства. Маркировка.
19. Чугуны. Классификация. Влияние основных элементов на свойства. Маркировка.
20. Высокопрочные чугуны. Состав, структура, свойства. Маркировка.
21. Ковкие чугуны. Получение, состав, свойства, структура. Маркировка.
22. Термическая обработка стали. Цели, задачи, виды. Природа, механизм и условия протекания структурных превращений стали (Примеры на фрагменте диаграммы состояния Fe-Fe<sub>3</sub>C).
23. Отжиг стали. Виды, назначение. Температурный режим.
24. Закалка и отпуск. Режимы закалки и отпуска.
25. Диаграмма изотермических превращений аустенита. Мартенситные превращения.
26. Влияние термической обработки на свойства стали. Закливаемость и прокаливаемость сталей.
27. Принципы и химические процессы химико-термической обработки.
28. Цементация. Назначение, режим, технологии.
29. Азотирование. Назначение, режим, технологии.
30. Диффузионное насыщение металлами и неметаллами. Назначение, режим, технологии.
31. Антифрикционные материалы.
32. Цветные металлы и сплавы на их основе. Сравнительная оценка свойств и возможности применения в химической технологии.

33. Медь и сплавы на основе меди. Классификация. Оценка свойств. Маркировка.
34. Алюминий и сплавы на основе алюминия. Классификация. Оценка свойств. Маркировка.
35. Сплавы на основе титана. Свойства, классификации ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\alpha+\beta$  модификации). Применение в промышленности.
36. Тугоплавкие металлы и сплавы. Сравнительная оценка свойств.
37. Легкоплавкие металлы. Сравнительная оценка свойств.
38. Принципы подбора конструкционных материалов для химико-технологических систем.
39. Ниобий, молибден, хром и сплавы на их основе. Оценка свойств.
40. Магниевые сплавы. Оценка свойств. Области применения.
41. Бериллий и сплавы. Оценка свойств. Области применения.
42. Неметаллические материалы. Основные свойства. Классификация. Применение.
43. Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров.
44. Терморезистивные и термопластичные полимеры.
45. Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс.
46. Особенности строения, свойства резиновых материалов. Резины общего назначения, специальные резины и области их применения.
47. Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Основные виды ЛКМ. Краски, лаки, грунтовка, шпатлевка.
48. Силикатные материалы. Классификация. Области применения.
49. Керамические материалы. Конструкционная, инструментальная и техническая керамика.
50. Неорганическое стекло. Классификация стекол по назначению и области применения. Ситаллы.
51. Графит. Асбест. Свойства и области применения.
52. Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов. Дисперсно-упроченные КМ, слоистые КМ, волокнистые КМ.
53. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе.

### **Раздел 1-5. Пример контрольной работы №3.**

1. Медь и сплавы на основе меди. Классификация. Оценка свойств. Маркировка.
2. Композиционные материалы. Общая характеристика композиционных материалов. Дисперсно-упроченные, слоистые, волокнистые композиционные материалы. Области применения.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Сапунов С. В. *Материаловедение : учебное пособие* / С. В. Сапунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1793-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56171> (дата обращения: 01.06.2020).
2. *Материаловедение: учеб. пособие* / А.П.Жуков, А.А. Абрашов, Д.В. Мазурова, Т.А. Ваграмян; М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. -138 с.
3. Жуков А. П. *Композиционные материалы на полимерной основе: учебное пособие* / А. П. Жуков, А. А. Абрашов, Т. А. Ваграмян. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 212 с. : ил. - Библиогр.: с. 210-212. - ISBN 978-5-7237-1000-9 .
4. Жуков А. П. *Композиционные материалы на металлической основе: учебное пособие* / А. П. Жуков, А. А. Абрашов, Т. А. Ваграмян. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 67 с. : ил. - Библиогр.: с. 66-67. - ISBN 978-5-7237-1048-1 .

#### Б. Дополнительная литература

1. *Материаловедение. Технология конструкционных материалов: методическое пособие* / сост. Т. А. Ваграмян [и др.]. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 24 с.
2. *Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов* / Г.П. Фетисов , М.Г. Карпман , В.М. Матюнин ; Ред. Г.П. Фетисов. - М. : Высш. шк., 2001. - 638 с : ил. - Библиогр.: с. 625-630. - ISBN 5-06-003616.
3. *Материаловедение в вопросах и ответах: Методические указания* / О.А.Василенко, И.С. Страхов, Т.А. Ваграмян. \_М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. - 48 с.
4. Жуков А.П., *Основы материаловедения. ч. I. Металловедение.* РХТУ им. Д.И.Менделеева, м., 1999. – 155 с.
5. Шевченко А.А. *Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии.* – М.: Химия, КолосС, 2006. 248 с.; ил.
6. Пахомов В.С., Шевченко А.А. *Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии.* М.: Химия, КолосС, 2009. 444 с.: ил.
7. Жук Н.П. *Курс теории коррозии и защиты металлов.* М.: ООО ТИД "Альянс", 2006. 472 с.
8. *Материаловедение и основы технологии конструкционных : тестовые задания : Учебные пособия* / О. А. Василенко, Д. В. Мазурова, И. С. Страхов. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 158 с.
9. Жуков А.П., Малахов А.И. *Основы металловедения и теории коррозии.* - М., Высшая школа. 1991. – 169 с. /
10. Сажин В.Б. *Иллюстрации к началам курса «Основы материаловедения».* - -М., ТЕПС. 2005. -156 с.
11. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. *Химия и физика полимеров,* М.: КолоС, 2007, 367с.
12. Яковлев А.Д. *Химия и технология лакокрасочных покрытий* 3-е изд., перераб. – СПб.: Химиздат, 2008.- 448 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

– Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

Журнал «Стекло и керамика» ISSN 0131-9582

Журнал «Reviews on advanced materials science» ISSN 1605-8127

Журнал «Вопросы материаловедения» ISSN 1994-6716

Журнал «Материаловедение» ISSN 1694-7193

Журнал «Новости материаловедения. Наука и техника» ISSN 2307-8952

Журнал «Перспективные материалы» ISSN 1028-978X

Журнал «Авиационные материалы и технологии» ISSNа 2071-9140

Журнал «Письма о материалах» ISSN 2410-3535

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

1. <http://metallurgu.ru> – библиотека по вопросам **металлургии**.
2. <http://www.materialscience.ru>- сайт по вопросам материаловедения
3. <http://www.steeltimes.ru> - информационный портал о черной и цветной **металлургии**.
4. <http://www.worldsteel.org> - зарубежный информационный портал о **металлургии**.
5. <http://lib-bkm.ru> - открытый доступ к технической литературе.
6. <http://www.ifhtse.org> - сайт Международной федерации технологий термообработки и обработки поверхности (International Federation for Heat Treatment and Surface Engineering)
7. <http://www.vstu.ru/nauka/izvestiya-volgggu/> Известия ВолГГТУ. Тематика: «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении»
8. <http://metal-archive.ru> – сайт по вопросам металлургии
9. <http://metallobook.ru> – открытый доступ к литературе по вопросам металлургии.
10. <http://www.matweb.com/> - база данных свойств материалов.
11. <http://www.stalimetalli.ru> Информационный портал о металлургии. База металлургической литературы.
12. <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
13. <http://www.nsknano.ru/> - Новосибирские Наноматериалы
14. <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> - «Нано Технологии»
15. <http://www.nanonewsnet.ru/> - Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
16. <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
17. <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access

18. <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
19. <http://www.twirpx.com>- все для студента
20. <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
21. <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
22. <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
23. <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
24. <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
25. <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
26. <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
27. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
28. <http://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций – 16, (общее число слайдов – 240);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 55).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 02.02.2021).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 02.02.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF>

[%F0%E8%EA%E0%E7](#) (дата обращения: 02.02.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 02.02.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 02.02.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 02.02.2021).

– ЭИОС РХТУ; <https://zoom.us/>; <https://webinar.ru/>; <https://teams.microsoft.com>, социальная сеть «ВКонтакте», электронная почта; онлайн-тестирование на платформе Google.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### *10.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий*

Методические рекомендации по организации учебной работы студента направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс «Материаловедение в биотехнологии» включает 5 разделов, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала разделов заканчивается контролем их освоения в форме домашних и контрольных работ.

Практические занятия направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

Выполнение самостоятельной работы в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении расчетной работы и реферата следует ориентироваться на

требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины завершается зачетом.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (две контрольные работы - 30 баллов, домашняя работа –15 баллов, написание и защита реферата – 15 баллов, итоговый устный опрос по контрольным вопросам – 40 баллов). Результаты оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная общая оценка всей дисциплины составляет 100 баллов.

#### ***10.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий***

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

### **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

#### ***11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий***

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Материаловедение в биотехнологии», является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области химических технологий.

На первом вводном лекционном занятии необходимо уделить внимание целям и задачам дисциплины. Описать основные разделы курса, рассказать об особенностях предмета материаловедения, методической литературе, рейтинге по дисциплине.

В разделе «Физико-химические основы материаловедения» необходимо дать понятия о теоретических основах материаловедения. Рассказать о методах изучения структуры и свойств материалов, кристаллическом строении металлов и сплавов, теории сплавов и практического применения диаграмм состояния.

В разделе «Металлические материалы» необходимо объяснить особенности свойств чистых металлов и их сплавов. Дать классификацию, маркировки и рассказать об области применения данных материалов. Уделить внимание теории и практике термической и химико-термической обработки металлов и сплавов.

В разделе «Принципы и методы защиты от коррозии» необходимо дать сравнительную характеристику различных методов защиты от коррозии оборудования химических производств.

В разделе «Неметаллические материалы» уделить больше внимания уникальным свойствам неметаллических материалов и областям их применения, в том числе композиционным материалам.

В разделе «Экономически обоснованный выбор материалов для конкретных целей» объяснить критерии выбора конструкционного материала на конкретном примере.

Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

Практические занятия рекомендуется проводить с использованием современных технологий, в том числе презентационных материалов студентов.

#### ***11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий***

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видеолекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д..

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн.

#### **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической

и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### **Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

| № | Электронный ресурс                           | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей   | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором  |
|---|--|---|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»<br>Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020<br><br>Сумма договора – 747 661-28<br><br>С 26.09.2020 по 25.09.2021 | Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором. |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> |  |
| 2 | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3 | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр»</p> <p>Контракт от 23.11.2020 № 84-118ЭА/2020</p> <p>Сумма договора – 887 600-04</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС –</p>                     | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p> |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   |  | <p><a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p> <p>Количество<br/>ключей – 10<br/>лицензий +<br/>локальный доступ<br/>с компьютеров<br/>ИБЦ.</p>  |  |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ) | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ<br/>Договор от 23.04.2021<br/>№ 33.03-Р-2.0-23269/2021</p> <p>Сумма договора – 398 840-00</p> <p>С 23.04.2021 по 22.04.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС –<br/><a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a></p> <p>Количество<br/>ключей – 10<br/>лицензий +<br/>распечатка в<br/>ИБЦ.</p> | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки:<br/>с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»;<br/>с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации;<br/>с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |
| 5 | БД ВИНТИ РАН                                 | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br/>Договор от 20.04.2021<br/>№ 33.03-Р-3.1-3273/2021</p> <p>Сумма договора - 100 000-00</p> <p>С 20.04.2021 по 19.04.2022</p>   | <p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов</p>  |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>  |   |
| 6 | <p>Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»</p> | <p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 21.12.2020 № 33.03-Р-3.1-3041/2020</p> <p>Сумма договора – 1 200 000-00</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| 7 | Справочно-правовая система «Консультант+»            | Принадлежность – сторонняя<br>Контракт от 15.12.2020<br>№ 93-133ЭА/2020<br><br>Сумма контракта 965 923-20<br><br>С 01.01.2021 по 31.12.2021<br><br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a><br><br>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по IP-адресам.     | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.  |
| 8 | Справочно-правовая система Гарант»                   | Принадлежность – сторонняя<br>Контракт от 24.11.2020<br>№ 85-113ЭА/2020<br><br>Сумма контракта 664 356-00<br><br>С 01.01.2021 по 31.12.2021<br><br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен | Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.   |
| 9 | Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» | Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ»  | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |

|        |  |   |   |
|--------|--|---|---|
|        |  | <p>Договор от<br/>16.03.2021<br/>№ 33.03-Р-2.0-<br/>3196/2021</p> <p>Сумма договора –<br/>394 929-00</p> <p>С 16.03.2021 по<br/>15.03.2022</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-<br/>online.ru/</a></p> <p>Количество<br/>ключей – доступ<br/>для<br/>зарегистрированн<br/>ых пользователей<br/>РХТУ с любого<br/>компьютера.<br/>Удаленный<br/>доступ после<br/>персональной<br/>регистрации на<br/>сайте ЭБС.</p> |   |
| 1<br>0 | <p>Электронно-<br/>библиотечная<br/>система<br/>«Консультант<br/>студента»</p> | <p>Принадлежность<br/>– сторонняя<br/>ООО<br/>«Политехресурс»<br/>Договор от<br/>16.03.2021<br/>№ 33.03-Р-2.0-<br/>3196/2021</p> <p>Сумма договора –<br/>138 100-00</p> <p>С 16.03.2021 по<br/>15.03.2022</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentl<br/>ibrary.ru</a></p> <p>Количество<br/>ключей – доступ<br/>для<br/>зарегистрированн</p>   | <p>Комплект изданий, входящих в базу<br/>данных «Электронная библиотека<br/>технического ВУЗа».</p> |

|        |   |   |   |
|--------|---|---|---|
|        |   | ых пользователей РХТУ с любого компьютера.<br>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.   |   |
| 1<br>1 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»     | Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ»,<br>Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021<br><br>Сумма договора – 30 000-00<br><br>С 06.04.2021 по 05.04.2022<br><br>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a><br><br>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.            |
| 1<br>2 | Информационно-аналитическая система Science Index | Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека»<br><br>Договор от 26.02.2021 № SIO-364/2021/33.03-Л-3.1-3184/2021<br><br>Сумма договора – 108 000-00  | Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета. |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>С 17.03.2021 по 19.03.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.</p> |  |
|--|--|--|

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Материаловедение в биотехнологии» проводятся в форме лекционных, практических занятий и самостоятельной работы студента.

#### *13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе*

Аудитория для лекционных и семинарских занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

#### *13.2. Учебно-наглядные пособия*

Методические пособия для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям; презентационные материалы для лекционного курса.

#### *13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства*

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### *13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы*

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные издания, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

**13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии  |
|-------|---|--|--|---|
| 1.    | <p>Неисключительная лицензия на использование Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise</p> <p>В составе:</p> <p>1) В составе Microsoft Office Professional Plus 2019:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> <p>2) Microsoft Core CAL</p> <p>3) Microsoft Windows Upgrade</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>657 комплектов.</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p> <p>Каждый комплект включает:</p> <p>1) Лицензию на комплекс для создания презентаций, электронных текстов и таблиц, обработки баз данных Microsoft Office.</p> <p>2) Лицензию для подключения пользователей к серверным системам Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange Server Standard,</li> <li>• Exchange Server Enterprise,</li> <li>• SharePoint Server,</li> <li>• Skype для бизнеса Server,</li> <li>• Windows MultiPoint Server Premium,</li> <li>• Windows Server Standard,</li> <li>• Windows Server Data Center</li> </ul> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

|   |   |  |  |   |
|---|---|--|--|---|
|   |   |  | <p>3) Лицензию на обновление операционной системы для рабочих станций Windows 10.</p> <p>Дополнительно на ВУЗ предоставляется право на использование 1 (одной) лицензии средств разработки в рамках учебных компьютеров одного технического, естественнонаучного факультета (кафедры) и предоставления студентам для целей обучения Azure Dev Tools for Teaching. Количество активаций неограниченно в рамках подразделения.</p> |   |
| 8 | <p>Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License<br/>По для защиты информации (антивирусное ПО)</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> |

|    |  |                                       |   |  |
|----|--|---------------------------------------|---|--|
|    | для физического оборудования (конечных точек)  |                                       |   |  |
| 9  | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для виртуальных и облачных сред | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 20 лицензий для виртуальных и облачных сред | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 10 | Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License По для защиты информации (антивирусное ПО) для почтовых серверов                           | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 2000 лицензий для почтовых серверов         | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                               | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки |
|---|--|----------------------------------|
| Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения | <i>знает:</i><br>- основные типы неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях; | Оценка за контрольную работу     |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p><b>владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа связи состава и структуры неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, с их свойствами в заданных условиях эксплуатации;</li> <li>- навыками и умением организации и проведения поиска информации о материалах с заданными свойствами с использованием ресурсов НТБ и Интернет-ресурсов.</li> </ul>   | оценка за домашнюю работу   |
| <p>Раздел<br/>Металлические материалы</p> | <p>2. <b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- способы получения и области применения современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- условия эксплуатации и совместимость современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- типовые методы контроля и испытаний современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- утвержденные в Российской Федерации правила и принципы маркировки современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях</li> </ul> <p><b>умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор материалов, пригодных к применению</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу<br/>оценка за домашнюю работу</p> |

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
|   | <p>биотехнологических процессах и технологиях ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять основные свойства неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- прогнозировать поведение и работоспособность неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, в зависимости от условий эксплуатации;</li> </ul> <p><b>владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа связи состава и структуры неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, с их свойствами в заданных условиях эксплуатации;</li> <li>- навыками и умением организации и проведения поиска информации о материалах с заданными свойствами с использованием ресурсов НТБ и Интернет-ресурсов.</li> </ul> |                                     |
| <p>Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии</p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- условия эксплуатации и совместимость современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> </ul> <p><b>умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор материалов, пригодных к применению в биотехнологических процессах и технологиях ;</li> </ul>   | <p>Оценка за контрольную работу</p> |

|                                     |    |   |                              |
|-------------------------------------|----|---|------------------------------|
|                                     |    | <p>- прогнозировать поведение и работоспособность неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, в зависимости от условий эксплуатации;</p>  |                              |
| Раздел<br>Неметаллические материалы | 4. | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- способы получения и области применения современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- условия эксплуатации и совместимость современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- типовые методы контроля и испытаний современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- утвержденные в Российской Федерации правила и принципы маркировки современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях</li> </ul> <p><b>умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор материалов, пригодных к применению в биотехнологических процессах и технологиях ;</li> <li>- определять основные свойства неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> </ul> | Оценка за контрольную работу |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  |   | <p>- прогнозировать поведение и работоспособность неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, в зависимости от условий эксплуатации;</p> |  |
| <p>Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов для конкретных целей</p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- способы получения и области применения современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- условия эксплуатации и совместимость современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- типовые методы контроля и испытаний современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> <li>- утвержденные в Российской Федерации правила и принципы маркировки современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях</li> </ul> <p><b>умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор материалов, пригодных к применению в биотехнологических процессах и технологиях ;</li> <li>- определять основные свойства неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу<br/>оценка за реферат</p>  |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>- прогнозировать поведение и работоспособность неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, в зависимости от условий эксплуатации;</p> <p><b>владеет:</b></p> <p>- методами анализа связи состава и структуры неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, с их свойствами в заданных условиях эксплуатации;</p> <p>- навыками и умением организации и проведения поиска информации о материалах с заданными свойствами с использованием ресурсов НТБ и Интернет-ресурсов.</p> |  |
|--|---|--|

## 15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
 «Материаловедение в биотехнологии»  
 основной образовательной программы  
 19.03.01 Биотехнология  
 Профиль подготовки «Биотехнология»  
 Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения  | Основание внесения изменения/дополнения  |
|----------------------------|--|--|
| 1.                         | Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения  | протокол заседания Ученого совета № 1 от «30» августа 2019г.   |
| 2.                         | Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов  | протокол заседания Ученого совета № 2 от «30» сентября 2019 г.   |
| 3.                         | Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ | Приказ ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 16.03.2020 № 163-А «О предупреждении распространения новой коронавирусной инфекции» |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет имени Д.И.  
Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Химия биологически активных веществ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена:  
к.б.н., доцентом кафедры биотехнологии А.В. Белодедом

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

### 3. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Химия биологически активных веществ» относится к вариативной части обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биологии и органической химии.

**Цель дисциплины** «Химия биологически активных веществ» – дать студенту представление обо всем многообразии химических соединений, встречающихся в живой природе, химическом составе разнообразных организмов и функции конкретных соединений в клетке и организме в целом, а также о химической и пространственной структурах основных биологически активных веществ, их химических, физических, физико-химических свойствах, методах выделения из природных объектов и химического синтеза для последующего применения в медицине, пищевом производстве, сельском хозяйстве, ветеринарии, экологической защите окружающей среды.

**Задачи дисциплины** «Химия биологически активных веществ»:

- изучение содержательных основ предмета исследований, понятийного аппарата и методологической базы дисциплины;
- приобретение студентами знаний о строении, свойствах, функциях аминокислот, пептидов, белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и “гибридных молекул”;
- приобретение студентами знаний о структурной организации белковых молекул и молекул нуклеиновых кислот – важнейших биополимеров клеток;
- приобретение студентами специализированных знаний о современных методах выделения, очистки и исследования белков и нуклеиновых кислот;
- приобретение студентами знаний о классификации, свойствах и роли ферментов в живых организмах;
- приобретение студентом знаний, умений и навыков, необходимых для выделения, получения и практического использования разнообразных биологически активных веществ;
- приобретение студентом теоретических знаний и практических умений и навыков, необходимых для дальнейшего успешного освоения таких дисциплин, как биохимия, молекулярная биология, теоретические основы биотехнологии, микробиология, ряда других специальных дисциплин.

Дисциплина «Химия биологически активных веществ» преподается в 4-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- способности и готовности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способности использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);
- владения основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способности проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);
- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

***Знать:***

химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных, биологическую роль аминокислот и их производных, методы выделения и получения в чистом виде; структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов; структуру и пространственную организацию белков, методы их выделения и очистки; основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах; строение и классификацию ферментов, их основные свойства, роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе; химическую структуру и пространственное строение нуклеотидов, нуклеотидфосфатов и различных типов нуклеиновых кислот, их основные свойства и биологические функции, методы выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот различных типов; классификацию, химическую структуру и строение углеводов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций; классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций, основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции;

***Уметь:***

осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ; проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов; выделять биологически активные вещества из культуральной жидкости и растительных, животных, грибных и бактериальных клеток методами экстракции, осаждения, ионного обмена, хроматографии и ультраконцентрирования; осуществлять качественный и количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

***Владеть:***

методами выделения и очистки различных биологически активных веществ; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ; методами качественного и количественного анализа различных биологически активных веществ в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки экспериментов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | ЗЕ             | Ак. час.    | Астр. час.  |
|--|----------------|-------------|-------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4,0</b>     | <b>144</b>  | <b>108</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,33</b>    | <b>48</b>   | <b>36</b>   |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>0</b>       | <b>0</b>    | <b>0</b>    |
| <b>Лекции (Лек)</b>                                    | 0,44           | 16          | 12          |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0              | 0           | 0           |
| <b>Практические занятия (ПЗ)</b>                       | 0,89           | 32          | 24          |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0              | 0           | 0           |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,67</b>    | <b>60</b>   | <b>45</b>   |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 1,67           | 60          | 45          |
| <b>Вид контроля:</b>                                   |                |             |             |
| <b>Экзамен</b>   | <b>1</b>       | <b>36</b>   | <b>27</b>   |
| <b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>    | <b>1</b>       | <b>0,4</b>  | <b>0,3</b>  |
| Подготовка к экзамену                                  |                | <b>35,6</b> | <b>26,7</b> |
| <b>Вид итогового контроля</b>                          | <b>экзамен</b> |             |             |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплин                                      | Акад. часов |            |                      |                     |                        |           |
|----------|---|-------------|------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------|
|          |   | Всего       | Лекции     | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Экзамен   |
| 1        | <b>Введение</b>                                       | <b>0,5</b>  | <b>0,5</b> | <b>0</b>             | <b>0</b>            | <b>0</b>               |           |
| 2        | <b>Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.</b> | <b>35,5</b> | <b>5,5</b> | <b>8</b>             | <b>0</b>            | <b>22</b>              |           |
| 3        | Аминокислоты.   | 13,5        | 1,5        | 4                    | 0                   | 8                      |           |
| 4        | Пептиды.  | 8           | 1          | 0                    | 0                   | 7                      |           |
| 5        | Белки.  | 14          | 3          | 4                    | 0                   | 7                      |           |
| 6        | <b>Ферменты. Нуклеиновые кислоты.</b>                 | <b>39,5</b> | <b>7</b>   | <b>14</b>            | <b>0</b>            | <b>18,5</b>            |           |
| 7        | Ферменты.   | 13,5        | 1          | 6                    | 0                   | 6,5                    |           |
| 8        | Понятие о метаболизме.                                | 7           | 1          | 0                    | 0                   | 6                      |           |
| 9        | Нуклеиновые кислоты, нуклеотиды.                      | 19          | 5          | 8                    | 0                   | 6                      |           |
| 10       | <b>Углеводы, липиды и их производные.</b>             | <b>32,5</b> | <b>3</b>   | <b>10</b>            | <b>0</b>            | <b>19,5</b>            |           |
| 11       | Углеводы и их производные.                            | 15          | 1          | 5                    | 0                   | 9                      |           |
| 12       | Липиды и их производные.                              | 17,5        | 2          | 5                    | 0                   | 10,5                   |           |
|          | Подготовка к экзамену                                 | 36          |            |                      |                     |                        | 36        |
|          | <b>ИТОГО</b>  | <b>144</b>  | <b>16</b>  | <b>32</b>            | <b>0</b>            | <b>60</b>              | <b>36</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** История изучения биомолекул. Определения объектов и методов изучения. Понятие о биологически активных веществах. Связь “Химии биологически активных веществ” с другими дисциплинами. Биомолекулы, их особенности и значение для жизнедеятельности организмов. Иерархия молекулярной организации клеток.

### *Раздел 1. Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.*

**1.1. Аминокислоты.** Химическое строение, оптическая изомерия, химические и физико-химические свойства, биологическая роль в организме, методы получения и выделения из природных объектов, производные аминокислот, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение.

**1.2. Пептиды.** Химическое строение и пространственная организация, характеристики пептидной связи, биологическая роль в организме как регуляторов биохимических процессов, пептидные антибиотики, методы получения и выделения разнообразных пептидов из природных объектов.

**1.3. Белки.** Химическое строение и пространственная организация, первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков, химические и физико-химические свойства белков и их растворов, многообразие биологических функций, методы выделения из природных объектов, очистки и качественного и количественного анализа, методы исследования строения и структуры, методы определения концевых аминокислот и методы секвенирования.

### *Раздел 2. Ферменты. Нуклеиновые кислоты.*

**2.1. Ферменты.** Природа ферментов, их строение, состав. Классификация ферментов по типу катализируемых ими реакций, основные свойства ферментов как белков и биокатализаторов. Сравнение ферментов с химическими катализаторами. Субстратная специфичность ферментов, ее виды. Коферменты, простетические группы, кофакторы, витамины, их биологическая роль. Мультиферментные системы. Определение активности ферментов и способы ее регуляции в живой клетке.

**2.2. Понятие о метаболизме.** Понятие об основных процессах превращения белков, пептидов, аминокислот и их производных в живых организмах.

**2.3. Нуклеотиды, их производные и нуклеиновые кислоты.** История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Пиримидиновые и пуриновые основания, нуклеотиды и нуклеозиды, фосфорилированные нуклеотиды, их химические и физико-химические свойства, получение. Биологические функции нуклеотидов и их производных в организме. ДНК и РНК, их химическая и пространственная структуры, химические и физико-химические свойства, получение. Виды ДНК и РНК в клетках прокариот и эукариот, их биологические функции. Понятие об основных процессах, происходящих с участием нуклеиновых кислот и нуклеотидов в живых организмах.

### *Раздел 3. Углеводы, липиды и их производные.*

**3.1. Углеводы и их производные.** Классификация, химическое и пространственное строение основных углеводов. Моно-, ди- и трисахара, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение. Гликозиды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Олигосахариды и полисахариды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Гликопептиды, пептидогликаны, гликопротеины, химические и физико-химические свойства, биологическая роль в организме, методы выделения из природных объектов. Понятие об основных процессах, происходящих с участием углеводов в живых организмах.

**3.2. Липиды и их производные.** Разнообразие липидных веществ. Особенности строения и классификация липидов. Простые (жиры, жирные спирты и воска) и сложные (нейтральные, полярные и оксипипины) липиды. Биологические функции, выполняемые различными типами липидов. Структурные фрагменты липидов: жирные кислоты и их производные, жирные спирты. Их химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Биологические мембраны, их строение и функции. Липиды биологических мембран: глицеролипиды, сфинголипиды, фосфолипиды, гликолипиды (гликоглицеро- и гликосфинголипиды), холестерин. Взаимосвязь строения липидов с их функциями в составе мембран. Производные липидов и их биологические функции (жирорастворимые витамины, простагландины, желчные кислоты, половые гормоны и кортикостероиды), их химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Понятие об основных процессах, происходящих с участием липидов и их производных в живых организмах.



## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | 1.1      | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 2.1      | 2.2 | 2.3 | 3.1      | 3.2 |
|---|---|----------|-----|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|
|   | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>общепрофессиональные и профессиональные компетенции:</b>  | Раздел 1 |     |     |     | Раздел 2 |     |     | Раздел 3 |     |
| 1 | способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)        |          | +   | +   | +   | +        | +   | +   | +        | +   |
| 2 | способности использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3)  | +        | +   | +   | +   | +        | +   | +   | +        | +   |
| 3 | владения основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способности проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9) |          | +   | +   | +   | +        |     | +   | +        | +   |
| 4 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10)   |          | +   |     | +   |          |     | +   | +        |     |
|   | <b>Знать:</b>   |          |     |     |     |          |     |     |          |     |
| 5 | химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных, биологическую роль аминокислот и их производных, методы выделения и получения в чистом виде                        |          | +   |     |     |          |     |     |          |     |
| 6 | структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов  |          |     | +   |     |          |     |     |          |     |

|    |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7  | структуру и пространственную организацию белков, методы их выделения и очистки; основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах  |  |   |   | + |   |   |   |   |   |
| 8  | строение и классификацию ферментов, их основные свойства, роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе   |  |   |   |   | + |   |   |   |   |
| 9  | химическую структуру и пространственное строение нуклеотидов, нуклеотидфосфатов и различных типов нуклеиновых кислот, их основные свойства и биологические функции, методы выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот различных типов   |  |   |   |   |   |   | + |   |   |
| 10 | классификацию, химическую структуру и строение углеводов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций  |  |   |   |   |   |   |   | + |   |
| 11 | классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций, основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции |  |   |   |   |   |   |   |   | + |
|    | <b>Уметь:</b>  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ  |  | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 13 | проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов  |  | + |   | + | + |   |   |   |   |

|    |  |  |   |   |   |   |  |   |   |   |
|----|--|--|---|---|---|---|--|---|---|---|
| 14 | выделять биологически активные вещества из культуральной жидкости и растительных, животных, грибных и бактериальных клеток методами экстракции, осаждения, ионного обмена, хроматографии и ультраконцентрирования  |  | + | + | + | + |  | + | + | + |
| 15 | осуществлять качественный и количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа |  | + |   | + |   |  | + | + | + |
| 16 | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ   |  | + | + | + | + |  | + | + | + |
|    | <b>Владеть:</b>  |  |   |   |   |   |  |   |   |   |
| 17 | методами выделения и очистки различных биологически активных веществ   |  | + | + | + | + |  | + | + | + |
| 18 | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ   |  | + |   | + | + |  | + | + |   |
| 19 | методами качественного и количественного анализа различных биологически активных веществ в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства   |  | + |   | + |   |  | + | + | + |
| 20 | методами планирования, проведения и обработки экспериментов  |  | + |   | + | + |  | + | + | + |

## 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 7.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 2                    | Химические и физико-химические свойства аминокислот, методы получения и выделения аминокислот.  | 2    |
| 2     | 4                    | Свойства белков и их растворов, методы выделения из природных объектов, очистки и качественного и количественного анализа. Методы исследования строения и структуры белков. | 4    |
| 3*    | 2-4                  | Аминокислоты и их производные, пептиды, белки. Контрольная работа.  | 2    |
| 4     | 5                    | Классификация, свойства, примеры ферментов. Расчет активности ферментов.  | 6    |
| 5     | 7                    | Химические и физико-химические свойства, получение нуклеиновых кислот. Методы исследования строения и структуры нуклеиновых кислот.   | 6    |
| 6*    | 5, 7                 | Ферменты. Нуклеиновые кислоты. Контрольная работа.  | 2    |
| 7     | 8                    | Углеводы и их производные.  | 4    |
| 8     | 9                    | Липиды и их производные.  | 4    |
| 9*    | 8, 9                 | Углеводы, липиды и их производные. Контрольная работа.  | 2    |

\*Промежуточный контроль

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «Химия биологически активных веществ» не предусмотрены.

### 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Предусмотренная программой дисциплины «Химия биологически активных веществ» самостоятельная работа студентов предполагает:

- регулярную проработку пройденного материала лекций и практических занятий (семинаров) с обработкой, дополнением и систематизацией материала в виде конспектов, таблиц и т.д. (8 часов),

- подготовку к промежуточным рейтинговым контрольным работам (8 часов),
- работу с электронно-библиотечными системами (8 часов),
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине (36 час).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит три вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за 3-ий вопрос.**

Вариант 1.

1. Напишите формулы аминокислот, имеющих положительный заряд при физиологических значениях рН. Приведите возможные преобладающие ионные формы.
2. Особенности строения природных пептидов и их функции. Приведите примеры.
3. Что означает термин денатурация белка? Виды и причины денатурации белков. Приведите примеры и укажите какие конкретно связи нарушаются при воздействии на белок того или иного денатурирующего агента.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2** Контрольная работа содержит три вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за 3-ий вопрос.

Вариант 1.

1. Общие принципы ферментативного катализа. Почему ферменты являются эффективными катализаторами? Как вы думаете: почему именно белки играют роль биокатализаторов?
2. Напишите уравнения реакций, катализируемых ферментами: лактатдегидрогеназа, трипсин. К какому классу относятся данные ферменты?
3. Понятие комплементарности. Приведите примеры для ферментов и нуклеиновых кислот.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.** Контрольная работа содержит три вопроса, по 7 баллов за вопросы 1-2 и 6 баллов за 3-ий вопрос.

Вариант 1.

1. Эйкозаноиды, их строение, биологические функции. Из каких соединений они образуются?
2. Структура и функции холестерина.
3. Среди данных пар моносахаридов выберите изомеры, энантиомеры, диастериомеры, аномеры и эпимеры (напишите соответствующие формулы): D-глюкоза и L-глюкоза, глюкоза и фруктоза, глюкозо-1-фосфат и глюкозо-6-фосфат, рибоза и рибулоза, рибоза и дезоксирибоза.

**8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4-ый семестр – экзамен)**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, 4 вопрос – 10 баллов.

1. Биомолекулы, их особенности и значение для жизнедеятельности организмов. Основные классы биополимеров. Иерархия молекулярной организации клеток.
2. Химическое строение, оптическая изомерия, химические и физико-химические свойства аминокислот. Протеиногенные аминокислоты.
3. Методы получения и выделения аминокислот из природных объектов.

4. Биохимические реакции с участием аминокислот. Биологические функции аминокислот.
5. Производные аминокислот. Их биосинтез и биологические функции.
6. Химическое строение и пространственная организация пептидов. Характеристики пептидной связи.
7. Биологическая роль пептидов в организме. Примеры. Строение, свойства и биохимическая функция инсулина.
8. Химическое строение и пространственная организация белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков.
9. Многообразие биологических функций белков. Связь пространственного строения и функции белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Строение, свойства и биологическая функция гемоглобина.
10. Реакции посттрансляционной модификации аминокислотных остатков в молекулах белков. Примеры, биологическое значение этих процессов.
11. Методы выделения белков из природных объектов. Очистка белков.
12. Качественный и количественный анализ белков. Методы исследования строения и структуры белковых молекул.
13. Методы определения концевых аминокислот и методы секвенирования белков.
14. Классификация ферментов по типу катализируемых ими реакций.
15. Основные свойства ферментов как белков и биокатализаторов.
16. Витамины, их биологическая роль. Витамины как кофакторы ферментов.
17. Тиамин: биохимические функции, биологическая роль.
18. Рибофлавин, ниацин: биохимические функции, биологическая роль.
19. Пиридоксаль: биохимические функции, биологическая роль.
20. Биотин: биохимические функции, биологическая роль.
21. Пантотеновая кислота: строение, биохимические функции.
22. Аскорбиновая кислота: биохимические функции, биологическая роль.
23. Определение активности ферментов и способы ее регуляции в живой клетке. Примеры обратимого и необратимого ингибирования ферментов. Классификация эффекторов ферментов по типу их действия на фермент.
24. Пиримидиновые и пуриновые основания, нуклеотиды и нуклеозиды, фосфорилированные нуклеотиды, их химические и физико-химические свойства, биохимические свойства.
25. Биологические функции нуклеотидов и их производных в организме.
26. Нуклеиновые кислоты, ДНК и РНК, их химическая и пространственная структуры, химические и физико-химические свойства, биохимические свойства.

27. Виды ДНК и РНК в клетках прокариот и эукариот, их биологические функции.
28. Классификация и строение основных углеводов.
29. Моно-, ди- и трисахара, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства. Виды изомерии моносахаридов. Понятие гликозидной связи. Примеры дисахаридов с указанием связей в молекуле.
30. Олигосахариды и полисахариды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства. Расщепление и биосинтез полисахаридов.
31. Гликопептиды, гликопротеины, пептидогликаны, их строение, свойства, биологическая роль в организме.
32. Макроэргические соединения: биохимические функции, свойства, виды, примеры.
33. Особенности строения и классификация липидов.
34. Простые (жиры, жирные спирты и воска) липиды, строение, свойства, функции.
35. Сложные (фосфоацилглицериды, сфинголипиды, гликолипиды) липиды, строение, свойства, функции.
36. Жирные кислоты и их производные, жирные спирты, их строение, свойства, функции.
37. Биологические мембраны, их строение и функции. Транспорт веществ через мембраны.
38. Липиды биологических мембран: глицеролипиды, сфинголипиды, фосфолипиды, гликолипиды (гликоглицеро- и гликосфинголипиды). Взаимосвязь строения липидов с их функциями.
39. Холестерин: строение, свойства, биологическая роль. Производные холестерина, их строение и биологические функции.
40. Производные липидов и липидоподобные вещества, их биологические функции (жирорастворимые витамины, простагландины, половые гормоны и кортикостероиды).
41. Желчные кислоты, их образование, свойства и биологическая функция.
42. Ненасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты, их образование, свойства и биологические функции. Производные арахидоновой кислоты, их биологическая роль.
43. Витамины А, D, E, K, F: строение, биологическая роль.

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (4-ый семестр).

Экзамен по дисциплине «Химия биологически активных веществ» проводится в 4-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

Пример экзаменационного билета

|  |  |
|--|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой<br>биотехнологии<br>_____ В.И.<br>Панфилов<br><br>«__» _____ 20__<br>г.                 | Министерство науки и высшего образования РФ  |
|  | <b>Российский химико-технологический<br/>университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |
|  | <b>Кафедра биотехнологии</b>   |
|  | <b>Направление подготовки бакалавров<br/>19.03.01 «Биотехнология»</b>              |
|  | <b>Дисциплина «Химия биологически активных<br/>веществ»</b>                        |
| <b>Билет № 1</b>   |  |
| 1. Многообразие биологических функций белков. Связь пространственного строения и функции белковых молекул.           |  |
| 2. Гликопротеины и пептидогликаны – их строение, свойства, биологическая роль.                                       |  |
| 3. Простые липиды: строение, свойства, функции.  |  |
| 4. Холестерин: строение, свойства, биологическая роль. Производные холестерина, их строение и биологические функции. |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 1 – Курс лекций. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 156 с.
2. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 2 – Информационные материалы к лекциям. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 104 с.
3. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.
4. Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений. Практикум: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017. – 88 с.

## **Б. Дополнительная литература**

1. Луценко Н.Г. Начала биохимии. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 254 с.
2. Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник/под ред. С.Е. Северина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 624 с.
3. Ленинджер А. Основы биохимии. Т. 1-3. – М, Мир. – 1985.
4. Степанов В.М. Структура и функции белков. – М.: Высшая школа. 1996. – 335 с.
5. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез и ультрацентрифугирование. – М.: Наука, 1981. – 288 с.
6. Остерман Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых. кислот. – М.: Наука, 1985. – 536с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### **Интернет-ресурсы**

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)

- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для изучения данной дисциплины необходима учебная аудитория, оснащенная «автоматизированным рабочим местом преподавателя» и средствами для презентации лекций.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9;
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (перечень заданий контрольных работ (общее число вариантов заданий – 150);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вариантов заданий – 50).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по

основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химия биологически активных веществ» проводятся в форме лекций, практических (семинаров) и лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран, интерактивная доска) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в сеть «Интернет».

Учебная биохимическая лаборатория, оснащенная оборудованием, приборами и принадлежностями в соответствии с темами работ лабораторного практикума по дисциплине «Химия биологически активных веществ».

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные принтером и программными средствами, проекторы и экраны, копировальные аппараты, локальная сеть с выходом в «Интернет».

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса (отдельные страницы презентаций лекций, материал для практических занятий), варианты контрольных работ, экзаменационные билеты).

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде и печатном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на                              | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|   | Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams |   | обновлённую версию продукта)  |  |
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.            | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition  | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                     | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                      | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|--|---|--|
| Раздел 1.<br><b>Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.</b> | <i>Знает:</i><br>- химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных;<br>- биологическую роль аминокислот и их производных; | Оценка за контрольную работу №1 (4-ый семестр)<br>Оценка за экзамен (4-ый семестр) |

|                                       |  |                              |
|---------------------------------------|--|------------------------------|
|                                       | <p>- структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов;</p> <p>- структуру и пространственную организацию белков;</p> <p>- основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения белков и пептидов;</p> <p>- проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов;</p> <p>- выделять белки и пептиды методами осаждения, ионного обмена, хроматографии, электрофореза и ультраконцентрирования;</p> <p>- осуществлять качественный и количественный контроль содержания аминокислот и белков, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа;</p> <p>проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами выделения и очистки различных аминокислот, пептидов, белков;</p> <p>- методами проведения исследований по определению свойств аминокислот, пептидов и белков;</p> <p>- методами качественного и количественного анализа аминокислот и белков в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства;</p> <p>- методами планирования, проведения и обработки экспериментов.</p> |                              |
| <p>Раздел 2.<br/><b>Ферменты.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p>   | <p>Оценка за контрольную</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Нуклеиновые кислоты.</b></p>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- строение и классификацию ферментов;</li> <li>- основные свойства ферментов;</li> <li>- роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе;</li> <li>- химическую структуру и пространственное строение азотистых оснований, нуклеотидов и различных типов нуклеиновых кислот;</li> <li>- основные свойства и биологические функции нуклеотидов, их производных, нуклеиновых кислот.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов;</li> <li>- выделять нуклеиновые кислоты методами осаждения, электрофореза и ультраконцентрирования;</li> </ul> <p>проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот;</li> <li>- методами проведения исследований по определению свойств нуклеиновых кислот;</li> <li>- методами планирования, проведения и обработки экспериментов.</li> </ul> | <p>работу №2 (4-ый семестр)<br/>Оценка за экзамен (4-ый семестр)</p>                       |
| <p>Раздел 3.<br/><b>Углеводы, липиды и их производные.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию, химическую структуру и строение углеводов;</li> <li>- химические, физические и физико-химические свойства углеводов;</li> <li>- разнообразие биологических функций углеводов;</li> <li>- классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов,</li> <li>- химические, физические и физико-химические свойства липидов,</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №3 (4-ый семестр)<br/>Оценка за экзамен (4-ый семестр)</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>- разнообразие выполняемых биологических функций липидов;</p> <p>- основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ;</p> <p>- осуществлять качественный и количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами выделения и очистки различных биологически активных веществ;</p> <p>- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ;</p> <p>- методами планирования, проведения и обработки экспериментов.</p> |  |
|--|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам

магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Химия биологически активных веществ»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Общая биотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена:  
профессором кафедры биотехнологии д.т.н. А.А. Красноштановой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

#### 4. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат для направления подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология» рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Общая биотехнология» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии и микробиологии.

**Цель дисциплины** - дать студенту целостные представления о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека, основанном на использовании биотехнологических объектов (клеток микроорганизмов, растений, животных и т.п.) или молекул (нуклеиновых кислот, белков-ферментов, углеводов, липидов в индивидуальном виде или в виде их смеси, комплексов и пр.) для использования в промышленном производстве, здравоохранении, экологической защите. При этом предполагается, что студенты имеют фундаментальную подготовку по теоретическим разделам химии, биохимии, общей биологии и микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии.

К **задачам** изучения дисциплины следует отнести:

- приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий;
- закрепление знаний по фундаментальным наукам и применение их в практической деятельности в области биотехнологии;
- формирование у студентов целостного представления о современных биотехнологиях;
- формирование у студентов общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.

Программа дисциплины «Общая биотехнология» составлена так, что в ходе изучения предмета студент не только знакомится с содержанием дисциплины, но и закрепляет свои знания по фундаментальным наукам, связывая их с практической деятельностью в области биотехнологии. Описание основных направлений применения биотехнологических методов в конкретной деятельности человека должно дать студенту целостное представление в практическом значении изучаемого предмета. Достаточно подробное изложение методов биотехнологии предназначено для создания общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения. Полученные на ее основе знания обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента по любой из выбранных им дисциплин специализации.

Дисциплина «Общая биотехнология» ориентирована именно на инженерные и производственные вопросы соответствующей отрасли. Особое значение имеет изложение экологических проблем биотехнологии в комплексе с ее достижениями и возможными технологическими решениями.

Дисциплина «Общая биотехнология» преподается в 6-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Общая биотехнология» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль подготовки – «Биотехнология» направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

обладать:

- готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);
- владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);
- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- экономические критерии оптимизации производства;
- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
- основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
- биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
- модели роста и образования продуктов;
- методы культивирования;
- основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа;
- важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;
- роли современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.

*уметь:*

- осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории;
- выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

*владеть:*

- методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | ЗЕ             | Ак. час.    | Астр. час.  |
|--|----------------|-------------|-------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4,0</b>     | <b>144</b>  | <b>108</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,33</b>    | <b>48</b>   | <b>36</b>   |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>0</b>       | <b>0</b>    | <b>0</b>    |
| <b>Лекции (Лек)</b>                                    | 0,44           | 16          | 12          |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0              | 0           | 0           |
| <b>Практические занятия (ПЗ)</b>                       | 0,89           | 32          | 24          |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0              | 0           | 0           |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,67</b>    | <b>60</b>   | <b>45</b>   |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 1,67           | 60          | 45          |
| <b>Вид контроля:</b>                                   |                |             |             |
| <b>Экзамен</b>   | <b>1</b>       | <b>36</b>   | <b>27</b>   |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | <b>1</b>       | <b>0,4</b>  | <b>0,3</b>  |
| Подготовка к экзамену                                  |                | <b>35,6</b> | <b>26,7</b> |
| <b>Вид итогового контроля</b>                          | <b>экзамен</b> |             |             |

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**5.1. Разделы и виды занятий**

| №<br>п/п | Раздел<br>дисциплины  | Акад. часов |           |                         |                        |                           |           |
|----------|---|-------------|-----------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-----------|
|          |   | Всего       | Лекции    | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы | Самостоятельная<br>работа | Экзамен   |
| 1        | Введение  | 1           | 1         | 0                       | 0                      | 0                         |           |
| 2        | Принципиальная <b>схема</b><br>биотехнологического производства | 26          | 2         | 6                       | 0                      | 18                        |           |
| 3        | <b>Сырьевая база современной<br/>биотехнологии</b>              | 24          | 2         | 4                       | 0                      | 18                        |           |
| 4        | <b>Основные направления<br/>современной биотехнологии</b>       | 57          | 11        | 22                      | 0                      | 24                        |           |
| 5        | 3.1. Промышленная биотехнология.                                | 12          | 3         | 5                       | 0                      | 4                         |           |
| 6        | 3.2. Экологическая биотехнология.                               | 11          | 2         | 5                       | 0                      | 4                         |           |
| 7        | 3.3. Сельскохозяйственная<br>биотехнология                      | 10          | 2         | 4                       | 0                      | 4                         |           |
| 8        | 3.4. Медицинская биотехнология.                                 | 7           | 1         | 2                       | 0                      | 4                         |           |
| 9        | 3.5. Бионанотехнология  | 7           | 1         | 2                       | 0                      | 4                         |           |
| 10       | 3.6. Биогетехнология и биоэнергетика.                           | 5           | 1         | 2                       | 0                      | 2                         |           |
| 11       | 3.7. Биобезопасность.   | 5           | 1         | 2                       | 0                      | 2                         |           |
|          | ИТОГО:  | 108         | 16        | 32                      | 0                      | 60                        |           |
|          | Экзамен   | 36          |           |                         |                        |                           | 36        |
|          | <b>ИТОГО:</b>   | <b>144</b>  | <b>16</b> | <b>32</b>               | <b>0</b>               | <b>60</b>                 | <b>36</b> |

## 5.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Современное состояние и перспективы развития биотехнологии. Предмет биотехнологии. Характеристика различных видов биотехнологической продукции и ее основные потребители.

**Раздел 1. Принципиальная схема биотехнологического производства.** Основные биообъекты биотехнологии: микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека, получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве. Особенности иммобилизации биообъектов и их применение в биотехнологии. Типовые технологические приемы и аппаратурное оформление стадий культивирования (биосинтеза), поддержания асептических условий, температуры, рН среды и др. параметров процесса на требуемом уровне, тепло- и массообмена; стадий выделения и очистки продуктов биосинтеза. Вспомогательные стадии технологического процесса и их роль в биотехнологическом производстве. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

**Раздел 2. Сырьевая база биотехнологии.** Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии, требования к составу и качеству, принципы подбора. Природные сырьевые субстраты растительного происхождения. Технология получения кислотных и ферментативных гидролизатов растительного сырья. Отходы производства (свекловичная меласса, сульфитный щелок, молочная сыворотка и др.) как потенциальные субстраты для культивирования биологических объектов.

**Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии**

**3.1. Промышленная биотехнология.** Производство белка одноклеточных организмов. Проблемы и перспективы. Промышленные штаммы-продуценты. Требования, предъявляемые к качеству готового продукта. Биомасса промышленных микроорганизмов как сырье для получения широкой гаммы продуктов различного назначения. Типовая схема получения ферментных препаратов различного назначения. Типовая схема получения первичных метаболитов: аминокислот, органических кислот, витаминов. Принципы регуляции, обеспечивающие сверхсинтез первичных метаболитов на примере промышленных продуцентов аминокислот. Типовая схема получения вторичных метаболитов на примере антибиотиков медицинского назначения.

**3.2. Экологическая биотехнология.** Характеристика проблем охраны и восстановления окружающей среды с точки зрения использования биологических методов. Аэробные процессы очистки воздуха и воды. Анаэробные процессы переработки органических отходов, характеристика и применение биогаза.

**3.3. Сельскохозяйственная биотехнология.** Типовая схема получения препаратов кормового назначения: концентратов витаминов, антибиотиков кормового назначения. Производство микробных препаратов для растениеводства: для защиты растений от вредных насекомых; антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы; бактериальных удобрений; стимуляторов роста растений гормональной природы. Достижения биотехнологии в области создания свободного от вредной микрофлоры посадочного материала (рассады) и трансгенных растений. Проблемы и перспективы.

**3.4. Медицинская биотехнология.** Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии. Основные задачи, которые решает медицинская биотехнология. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Современные прививочные препараты. Современная классификация вакцинных препаратов. Микробные живые вакцины. Технология получения живых вакцин. Убитые вакцины. Технология получения убитых вакцин. Анатоксины. Технология получения анатоксинов.

Сывороточные препараты. Препараты на основе живых культур микроорганизмов. Технология получения препаратов нормофлоров, пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков. Требования к штаммам, используемым для приготовления препаратов на основе живых культур микроорганизмов.

**3.5. Бионанотехнология.** Предмет и инструментарий нанобиотехнологии, общая характеристика, история развития, основные научные направления. Место нанобиотехнологии среди наук естественного профиля. Устройства микро- и нанобиомеханики, в том числе нанороботы, биочипы, наносенсоры. Адресная доставка лекарств. **Нанодиагностика патологических состояний и инфекций, нанобиосенсоры. Наноструктурированные биосовместимые материалы, имплантаты. Молекулярные машины, самосборка нано- и нанобиоструктур, молекулярное моделирование и дизайн функциональных наноструктур и их комплексов с биополимерами. Потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов. Основные факторы, обуславливающие потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов.**

**3.6. Биогеотехнология и биоэнергетика.** Понятие о биогеотехнологии. Краткая характеристика основных процессов биогеотехнологии: бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов и неметаллов. Методы борьбы с метаном в шахтах. Утилизация углекислоты с помощью микроорганизмов. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья. Перспективы производства водорода. Производство тепла аэробным окислением органических веществ (отходов).

**3.7. Биобезопасность.** Введение Проблемы биобезопасности в биотехнологии и биоинженерии при создании ГМО. Биобезопасность в клеточных, тканевых и органных биотехнологиях. Генетический риск и биобезопасность в биоинженерии. Критерии, показатели и методы оценки биобезопасности. Государственный контроль и регулирование ГМО. Стандартизация в биотехнологии и биоинженерии.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел |   |   |
|---|--|--------|---|---|
|   |  | 1      | 2 | 3 |
|   | <b>Знать:</b>  |        |   |   |
| 1 | основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; | +      |   | + |
| 2 | принципиальную схему биотехнологического производства;   |        | + | + |
| 3 | экономические критерии оптимизации производства;   |        | + |   |
| 4 | особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;  |        | + |   |
| 5 | основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;  | +      |   |   |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 6  | биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; | + |   |   |
| 7  | закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;   | + |   | + |
| 8  | модели роста клеток и образования продуктов;   | + |   |   |
| 9  | методы культивирования;  | + |   |   |
| 10 | основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа;   | + |   | + |
| 11 | важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;  |   |   | + |
| 12 | роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.                                   |   |   | + |
|    | <b>Уметь:</b>  |   |   |   |
| 13 | осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории;   | + | + |   |
| 14 | выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;             | + | + | + |
| 15 | осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;   | + |   |   |
| 16 | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;  | + |   | + |
| 17 | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;  | + | + |   |
| 18 | определять параметры сырья и продукции при их сертификации;  | + |   |   |
| 19 | выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.                            |   | + | + |
|    | <b>Владеть</b>   |   |   |   |
| 20 | методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;  |   | + |   |
| 21 | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;  | + | + |   |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 22 | методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;  | + |   | + |
| 23 | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.  | + | + | + |
|    | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции:: обладать:</b>   |   |   |   |
| 24 | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);   | + | + | + |
| 25 | владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); | + | + | + |
| 26 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | + | + |   |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела | Темы практических (семинарских) занятий   | Часы |
|-------|-----------|---|------|
| 1     | 1         | Подготовительные стадии биотехнологического производства  | 2    |
| 2     | 1         | Технологические решения для стадии культивирования микроорганизмов  | 2    |
| 3     | 1         | Выбор оптимальной схемы выделения продуктов метаболизма   | 2    |
| 4     | 2         | Использование индивидуальных органических соединений в качестве субстратов для культивирования микроорганизмов                | 2    |
| 5     | 2         | Отходы пищевой, целлюлозо-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства как субстраты для биотехнологии | 2    |
| 6     | 2         | Технологии предобработки углеродсодержащих субстратов   | 2    |
| 7     | 3         | Технологические подходы к получению первичных метаболитов (на примере аминокислот)  | 2    |
| 8     | 3         | Технологические подходы к получению вторичных метаболитов (на примере антибиотиков)   | 2    |
| 9     | 3         | Технологическая схема получения кормового белка в комплексном производстве  | 2    |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 10 | 3 | Сравнительный анализ методов аэробной очистки сточных вод.            | 2 |
| 11 | 3 | Сравнительный анализ методов анаэробной очистки сточных вод.          | 2 |
| 12 | 3 | Принципиальная схема получения микробных инсектицидов.                | 2 |
| 13 | 3 | Трансгенные растения и животные: за и против                          | 2 |
| 14 | 3 | Принципиальные схемы получения вакцин различных типов.                | 2 |
| 15 | 3 | Сравнительный анализ нормофлоров                                      | 1 |
| 16 | 3 | Адресная доставка лекарств.   | 1 |
| 17 | 3 | Сравнительная оценка технологий биотоплив различных типов и поколений | 2 |
| 18 | 3 | Значение биобезопасности в современных условиях                       | 2 |

## 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Общая биотехнология» не предусмотрен.

### 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к практическим занятиям с использованием кейс-технологий, технологий SORT
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

Материалы заданий для самостоятельной работы приведены ниже.

### 7.1. Примеры заданий для проведения дискуссии с использованием технологии SORT «Шесть шляп мышления»

**Тема: «Технология получения трансгенных растений»**

*Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)*

1. Что представляют собой трансгенные растения?
2. Для чего нужны трансгенные растения?
3. Являются ли трансгенные растения «монстрами» с несбалансированным геномом?
4. Можно ли контролировать, куда встраивается трансгенная ДНК в растениях и может ли она передаваться организмам других видов?
5. Как влияют трансгенные растения на окружающую среду?
6. Как проверяют продукты питания на наличие трансгенных растений?
7. Какие реальные опасности могут нести трансгенные растения?

*Белая шляпа (сбор фактов)*

Мировое производство трансгенных растений

Риски использования трансгенных растений

Контроль качества генномодифицированных продуктов

*Желтая шляпа*

Преимущества использования генетически модифицированных продуктов

*Черная шляпа*

Недостатки использования генетически модифицированных продуктов

*Красная шляпа*

Выражение эмоционального отношения к проблеме

*Зеленая шляпа*

Предложить способы повышения эффективности и безопасности использования трансгенных растений

## **7.2. Примеры заданий к практическим занятиям по применению кейс-технологии**

***К практическому занятию по теме: «Организация подготовительных стадий биотехнологического производства».***

*Порядок выполнения задания:*

2. охарактеризовать физико-химический состав используемого субстрата;
3. предложить наиболее приемлемый способ стерилизации субстрата;
4. охарактеризовать морфологические, биохимические, физиологические особенности продуцента;
5. охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта производства;
6. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки посевного материала: условия хранения; количество поколений при размножении посевного материала; условия культивирования посевного материала;
7. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант стерилизации компонентов питательной среды, обосновать при необходимости отсутствие стадии стерилизации питательной среды.

*Задание 1.* Производство кормового белка на основе дрожжей *Yarrowia lipolytica* на жиросодержащих отходах мясоперерабатывающих производств

***К практическому занятию по теме: «Выбор оптимальных методов выделения БАВ в зависимости от его физико-химических свойств».***

*Порядок выполнения задания:*

12. проанализировать и кратко охарактеризовать существующие методы выделения БАВ из культуральной жидкости;
13. проанализировать физико-химический состав предложенного в задании БАВ;
14. на основе проведенного анализа обосновать наиболее приемлемый метод выделения БАВ;
15. подобрать оптимальную схему очистки БАВ в зависимости от его назначения.

*Задание 1.* Предложить схему выделения и очистки пенициллиновых антибиотиков медицинского назначения;

***К практическому занятию по теме: «Решение проблемы утилизации отходов в биотехнологическом производстве»***

### *Порядок выполнения задания*

- используя литературные данные и интернет найти сведения о физико-химическом составе отхода, предложенного в задании
- проанализировать физико-химический состав отхода, предложенного в задании.
- Проработать по учебной литературе и лекции теоретический материал по способам утилизации отходов биотехнологических производств
- проанализировать возможность получения из данного отхода побочных продуктов производства
- на основе проведенного анализа составить блок-схему переработки отхода с указанием основных технологических стадий.

**Задание 1.** Предложить схему утилизации отработанной биомассы продуцента в производстве аминокислот

**К практическому занятию по теме: «Принципиальные схемы получения аминокислот как примера первичных метаболитов».**

#### *Порядок выполнения задания:*

- дать характеристику морфологических, физиологических и биохимических особенностей штамма-продуцента;
- на основе анализа схемы биосинтеза целевой аминокислоты дать рекомендации по необходимой ауксотрофности штамма-продуцента;
- предложить состав среды, условия культивирования и режимы культивирования штамма -продуцента;
- на основе анализа состава полученной культуральной жидкости, природы целевой аминокислоты и ее назначения предложить оптимальную схему выделения ее из культуральной жидкости

**Задание 1.** Предложить принципиальную схему получения триптофана медицинского назначения.

**К практическому занятию по теме: «Типовые схемы получения первичных и вторичных метаболитов».**

#### *Порядок выполнения задания*

- определить первичным или вторичным метаболитом является целевой продукт
- охарактеризовать штамм-продуцент
- предложить условия культивирования штамма-продуцента, обеспечивающие максимальное накопление целевого продукта
- на основе анализа физико-химических свойств целевого продукта предложить схему его выделения из культуральной жидкости или из биомассы продуцента
- охарактеризовать возможные отходы производства и предложить пути их утилизации.

**Задание 1.** Предложить принципиальную схему получения тетрациклинового кормового назначения.

**К практическому занятию по теме: «Методы аэробной и анаэробной очистки сточных вод»**

#### *Порядок выполнения задания*

2. на основе литературных и интернет-источников дать характеристику сточных вод, предложенных в задании.

3. проработать теоретический материал по методам очистки сточных вод
4. выбрать и обосновать выбор способа очистки — аэробный или анаэробный
5. составить принципиальную схему очистки предложенного стока.

*Задание 1.* Предложить принципиальную схему очистки сточных вод целлюлозно-бумажного комбината.

***К практическому занятию по теме: «Принципиальные схемы получения вакцин различных типов»***

*Порядок выполнения задания*

- 1) изучить теоретический материал по технологии производства вакцин
- 2) на основе изложенного в лекционном курсе теоретического материала определить место предложенной в задании вакцины в системе классификации вакцин
- 3) сделать обоснованный выбор условий получения вакцины
- 4) составить и обосновать принципиальную схему стадий выделения предложенной вакцины и получения ее товарной формы.

*Задание 1.* Предложить принципиальную схему получения живой вакцины против вируса гриппа

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

*Вариант № 1.*

БАВ в определенных условиях, не вызывающих его заметной дезактивации, растворимо в органических растворителях, диссоциирует в воде, способно образовывать малорастворимые соединения с щелочно-земельными и тяжелыми металлами. Какой технологический прием вы могли бы предложить для его выделения из КЖ в производстве высокоочищенного препарата вышеуказанного БАВ? Коротко обоснование Вашего выбора и перечень основных стадий предварительной подготовки КЖ к переработке.

*Вариант № 2.*

Крупнотоннажное производство БАВ микробиологическим синтезом с системой очистки ГВВ от клеток продуцента и продуктов ферментации. Применяемая система очистки – высокоэффективна. Насколько, по Вашему мнению, необходима установка фильтра для отработанного воздуха на выходе потока из ферментера в таких условиях? Выберите ответ: да или нет. Кратко дайте обоснование Вашему выбору.

*Вариант № 3*

Крупнотоннажное производство БАВ микробиологическим синтезом. Технология получения промышленного продуцента в производственных условиях такова, что его можно выращивать в 2 – 6 генераций. Каким, по Вашему мнению, может быть оптимальное число возможных генераций производственного штамма и почему? Обоснуйте Ваш выбор.

*Вариант № 4.*

Выделение БАВ из КЖ методом ионного обмена возможно в статических и динамических условиях работы ионитовых фильтров. Отчего, по Вашему мнению, может зависеть выбор того или иного режима их работы? Ответ должен быть максимально кратким.

*Вариант № 5.*

Небольшое микробиологическое производство, основанное на аэробной ферментации, находится в черте города. Выберите для него одну из следующих схем очистки ГВВ:

- 1) высокоэффективная схема очистки от клеток продуцента, основанная на использовании труб Вентури и скрубберов мокрой очистки.
- 2) Схема очистки, использующая адсорбционные приемы очистки ГВВ.

Кратко обоснуйте сделанный Вами выбор.

*Вариант № 6.*

В технологии выделения БАВ из КЖ принято решение использовать метод осаждения целевого продукта из водной среды. Какие, по Вашему мнению, могут быть использованы стадии предварительной обработки КЖ? Какую цель они преследуют? Каковы последующие, на Ваш взгляд, стадии переработки осадков БАВ должны иметь место прежде, чем перейти к этапу получения высокоочищенного препарата? Коротко изложите только основную идею технологии предварительной переработки технического осадка БАВ.

*Вариант № 7*

Высокомолекулярное БАВ может образовывать осадки в области среднещелочных значений рН при осаждении солями металлов кальция, магния и переменной валентности. Оно также обладает ИЭТ в области кислых значений рН среды и также может быть выделено осаждением. В том и другом случае БАВ склонно к инактивации. Какому из двух технологических приемов Вы отдали бы предпочтение с точки зрения получения максимума выхода целевого продукта? Что бы Вы рекомендовали в качестве предварительной стадии переработки исходного сырья БАВ.

*Вариант № 8.*

Низкомолекулярное БАВ предстоит выделять методом ионного обмена. От каких, по Вашему мнению, соединений в первую очередь необходимо

очистить нативный раствор, чтобы провести ионный обмен наиболее эффективно? Какие технологические приемы на этом пути возможно использовать?

*Вариант № 9.*

Низкомолекулярное БАВ предстоит выделять методом экстракции органическим растворителем. От каких, по Вашему мнению, соединений в первую очередь необходимо очистить нативный раствор, чтобы провести экстракцию наиболее эффективно? Какие технологические приемы при этом можно использовать?

*Вариант № 10.*

Среди баромембранных технологий наиболее распространены методы микро- и ультрафильтрации, в меньшей степени (существенно) – метод обратного осмоса. Почему? И где все-таки наиболее эффективным оказывается в биотехнологии применение обратного осмоса?

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

*Вариант № 1.*

В производстве аминокислот чаще всего используются продуценты – бактерии вида *Brevibacterium flavum* и *Corynebacterium glutamicum*. Предложите, по крайней мере, два варианта возможной утилизации отработанных клеток производственных культур.

*Вариант № 2.*

В технологиях, использующих клетки грибных штаммов-продуцентов, чаще всего остается отработанная биомасса микроскопических грибов. Возможен ли способ ее превращения в товарную продукцию.

*Вариант № 3.*

В пищевой, кожевенной и микробиологической промышленности существуют белоксодержащие отходы. Возможна ли, по Вашему мнению, их переработка в ценную товарную продукцию? Если возможна, предложите, возможные технологии трансформации отходов в конкурентоспособную продукцию.

*Вариант № 4.*

Независимо от экономической ситуации в отдельно взятой стране производство кормового белка на основе дрожжей нерентабельно. В России оно возможно только на базе спиртового производства, которое тоже экономически страдает, поскольку вынуждено выпускать кормовые дрожжи. Возможно ли повысить общую рентабельность вышеуказанного совместного производства? Если возможно, то каким путем следует идти в части его реорганизации?

*Вариант № 5.*

Очищенный кристаллический ксилит выпускают в виде 2-х продуктов для пищевых целей и медицинского назначения для производства препаратов для парентерального питания. Какое существенное отличие в технологии их производства и чем оно обусловлено? Можете ли Вы привести еще один пример из числа сахаров, пригодных для приготовления препаратов

медицинского назначения? Глюкоза и сахароза для этих целей не используются. Почему?

*Вариант № 6.*

Что, по Вашему мнению, определяет ценность белковых изолятов и концентратов? В чем принципиальная разница между ними, если содержание в них белковых веществ не ниже 80%?

*Вариант № 7.*

В производстве этанола из зерно-картофельного сырья образуется отход – зерно-картофельная барда. Что она в себя включает? Укажите возможные пути ее утилизации в товарную продукцию методами биотехнологии.

*Вариант № 8.*

Для производства треонина используют генно-инженерный штамм *E. coli*. Укажите возможные пути ее утилизации в товарную продукцию методами биотехнологии.

*Вариант № 9*

Перечислите основные стадии получения трансгенного растения, устойчивого к вредным насекомым.

*Вариант № 10*

Предложите способы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

*Вариант № 1*

Что такое пассивная иммунная защита организма человека? Какие медицинские препараты используются для этого?

*Вариант № 2*

Перечислите основные особенности конструирования живых вакцинных препаратов. Приведите примеры таких препаратов.

*Вариант № 3*

Перечислите особенности конструирования убитых вакцинных препаратов. Приведите примеры таких препаратов.

*Вариант № 4*

Рассмотрите не менее 2-х примеров использования генно-инженерных объектов в медицинских биотехнологиях.

*Вариант № 5*

Применение бионанотехнологии в химическом и иммуноферментном анализе.

*Вариант № 6.*

Нормофлоры. Особенности конструирования препаратов и требования к ним.

*Вариант № 7*

Технология получения биосенсоров.

*Вариант № 8*

Что такое адресная доставка лекарств? Приведите примеры технологии получения нанолекарств.

*Вариант № 9*

В чем различие между биотопливом 1-го, 2-го и 3-его поколения?

*Вариант № 10*

Технология создания биоселективных датчиков.

**8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6-ой семестр – экзамен).**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

- 1) Определение медицинской биотехнологии. Задачи, которые решает медицинская биотехнология. Значение биотехнологии для медицины.
- 2) Определение бионанотехнологии. Основные принципы создания препаратов нанолечарств. Их преимущества по сравнению с традиционными препаратами. Перспективы их использования.
- 3) Бионанотехнологии. Понятие о биомиметике и перспективы ее использования.
- 4) Экстенсивные методы аэробной очистки сточных вод.
- 5) Интенсивные методы аэробной очистки сточных вод.
- 6) Анаэробная очистка сточных вод.
- 7) Современные прививочные препараты. Препараты, используемые для пассивной иммунной защиты организма.
- 8) Современные прививочные препараты. Убитые вакцины, особенности конструирования. Технология получения убитых вакцин.
- 9) Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости баромембранными методами.
- 10) Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости методом ионного обмена.
- 11) Сырьевая база для производства кормового белка одноклеточных.
- 12) Типовая схема биотехнологического производства. Подготовительные стадии.
- 13) Типовая схема биотехнологического производства. Стадия культивирования или основной ферментации.
- 14) Методы отделения микробной биомассы от культуральной жидкости.
- 15) Микробиологические удобрения и средства защиты растений - основные характеристики и принципы действия.
- 16) Применение генной инженерии в растениеводстве.
- 17) Аэробные процессы очистки сточных вод.
- 18) Принципы получения полусинтетических антибиотиков.
- 19) Принципы построения технологической схемы получения бактериальных удобрений поверхностным способом.
- 20) Сырьевая база биотехнологии – проблемы и перспективы.
- 21) Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости методом экстракции.
- 22) Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости методом ионного обмена.
- 23) Основы технологии получения экзоферментов микробиологическим синтезом.
- 24) Основы технологии получения гексоз из растительного сырья.
- 25) Основы технологии получения основных аминокислот микробиологическим синтезом.
- 26) Основы технологии получения нейтральных аминокислот микробиологическим синтезом.
- 27) Основы технологии получения пентозной фракции растительного сырья.
- 28) Технология получения препаратов, нормализующих микрофлору кишечника человека.
- 29) Основы технологии получения грибных энтомопатогенов.
- 30) Основные принципы построения технологической схемы получения бактериальных удобрений – источников азота и БАВ для сельскохозяйственных растений.
- 31) Основные принципы построения технологической схемы получения свекловичной мелассы как источника углеводов для микробиологической промышленности.

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Экзаменационный билет содержит три вопроса.

Оценочные средства приведены в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (6-ой семестр).

Экзамен по дисциплине «Общая биотехнология» проводится в 6-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной

программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

|  |  |
|--|--|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии<br/>_____ В.И.<br/>Панфилов</p> <p>«___» _____<br/>20__ г.</p>  | <p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>   |
|  | <p><b>Российский химико-технологический<br/>университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b></p>                        |
|  | <p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>  |
|  | <p><b>Направление подготовки бакалавров 19.03.01<br/>Биотехнология<br/>Дисциплина «Общая биотехнология»,</b></p> |
| <p><b>Билет № 1</b></p>  |  |
| <p>1. Типовая схема биотехнологического производства. Подготовительные стадии.<br/>2. Основы технологии получения кислых аминокислот микробиологическим синтезом.<br/>3. Сырьевая база для производства кормового белка одноклеточных.</p> |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1.Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Баурина М. М., Красноштанова А. А., Шакир И. В. Технология получения биологически активных веществ. — РХТУ Москва, 2009. — С. 120.
2. Микробиологический контроль биотехнологических производств / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов, И. В. Шакир. — ДеЛи плюс Москва, 2016. — С. 142.
3. Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Панфилов В. И. Биологическая безопасность биотехнологических производств. — ДеЛи Москва, 2010. — С. 132.
4. Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию, учебник для вузов, изд-во Академия. — Академия Москва, 2014. — С. 288.
5. Красноштанова А.А. Основы биотехнологии. Учебное пособие. – М.: РХТУ имени Д.И. Менделеева, 2018. – С. 126.

#### Б Дополнительная литература

1. Шакир И.В., Красноштанова А.А., Бабусенко Е.С., Парфенова Е.В., Суясов Н.А., Смирнова В.Д. Общая биотехнология. Лабораторный практикум. – учебное пособие РХТУ. – 2007 г. – 120 с.
2. Биотехнология биологически активных веществ. /Под ред. Грачевой И.М. – «Элевар». - 2006. – 456 с.
3. Крылов И. А., Кухаренко А. А., Панфилов В. И. Основы проектирования биотехнологических производств. — РХТУ им. Д.И. Менделеева Москва, 2003. — С. 168.
4. Грачева И.М. Биотехнология ферментных препаратов. – М.: Пищевая промышленность, 1992.

5.Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках - изд-во МГУ, изд-во "Наука" Москва, 2004.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylyp (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

## 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 10) компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
- 11) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- 12) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 13) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Общая биотехнологии» проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Microsoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   | Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams                                     |  | версию<br>продукта)  |  |
| 4 | Kaspersky<br>Endpoint Security<br>для бизнеса –<br>Стандартный<br>Russian Edition. | Контракт<br>№ 90-<br>133ЭА/2<br>021 от<br>07.09.202<br>1 | 12<br>месяцев<br>(ежегодно<br>е<br>продлени<br>е<br>подписки<br>с правом<br>перехода<br>на<br>обновлён<br>ную<br>версию<br>продукта) | Лицензия на ПО, не<br>принимающее прямого<br>участия в образовательных<br>процессах<br>(инфраструктурное/вспомо<br>гательное ПО) |
| 5 | ABBYY<br>FineReader 10<br>Professional<br>Edition                                  | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10      | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях  | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW<br>Graphics Suite<br>X5 Education<br>License                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10      | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях  | бессрочная   |
| 7 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>BioOffice ultra          | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10      | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях  | бессрочная   |
| 8 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь   | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2                            | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци   | бессрочная   |

|    |  |   |   |            |
|----|--|---|---|------------|
|    | ных данных<br>Chemdraw pro   | 010 от<br>14.12.10                                  | и на<br>рабочих<br>станциях                                     |            |
| 9  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw ultra                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 |   | бессрочная |
| 10 | MATLAB<br>Academic new<br>Product Group<br>Licenses (per<br>License)                                 | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1 лицензи<br>я для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях   | бессрочная |
| 11 | MATLAB<br>Classroom Suite<br>new Product<br>From 25 to 49<br>Concurrent<br>Licenses (per<br>License) | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|---|---|
| Раздел 1.<br>Принципиальная схема биотехнологического производства | <i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста клеток и образования продуктов; методы культивирования; основы энзимологии, | Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр)<br><br>Оценка за экзамен (6-ой семестр). |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации.</p> <p><i>Владеет:</i> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> |  |
| <p>Раздел 2.<br/>Сырьевая база биотехнологии</p> | <p><i>Знает:</i> принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p>  | <p>Оценка за контрольную работу №2 (6-ой семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (6-ой семестр).</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p><i>Владеет:</i> методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p>   |  |
| <p>Раздел 3.<br/>Основные направления современной биотехнологии</p> | <p><i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа; важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии; роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.</p> <p><i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><i>Владеет:</i> методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №3 (6-ой семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (6-ой семестр).</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Общая биотехнология»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Прикладная молекулярная биология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена:  
к.х.н., доцентом кафедры биотехнологии М.М. Бауриной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Прикладная молекулярная биология» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, химии биологически активных веществ, микробиологии, органической химии.

**Цель** дисциплины «Прикладная молекулярная биология» – приобретение студентами базовых знаний в области молекулярной биологии и генетики для возможности усвоения в будущем различных прикладных направлений в молекулярной биотехнологии и генетической инженерии. Полученные знания обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента по любой из выбранных им специализаций.

**Задачи** дисциплины заключаются в:

- изучении содержательных основ предмета исследований, понятийного аппарата и методологической базы молекулярной биологии и геномной инженерии;
- ознакомление с основами современной молекулярной биологии, биологическими процессами в про- и эукариотических клетках на молекулярном уровне, с современными представлениями о механизмах их протекания и регуляции: хранения, передаче, изменении, репарации и реализации генетической информации;
- ознакомление с базовыми методами прикладной генетической инженерии;
- формирование у студента целостного представления о современном состоянии и перспективах развития молекулярной биологии и геномной инженерии как направления научной и практической деятельности человека, имеющей в своей основе использование генетически модифицированных прокариотических или эукариотических организмов для решения фундаментальных и прикладных задач промышленного производства биологически активных соединений, фармакологии, здравоохранения, экологии и т.д.

Дисциплина «Прикладная молекулярная биология» преподается в 6-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

- способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);
- владением планированием эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот;
- молекулярные механизмы передачи генетической информации;
- строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;
- рекомбинацию генов;
- молекулярный инструментарий геномной инженерии.

*Уметь:*

- определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;
- анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.

*Владеть:*

- методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ;
- приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик;
- правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |           |
|--|------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ               | Ак. ч.     | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3,0</b>       | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,89</b>      | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>0</b>         | <b>0</b>   | <b>0</b>  |
| Лекции (Лек)   | <b>0,44</b>      | 16         | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                | 0          | 0         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | <b>0,44</b>      | 16         | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                | 0          | 0         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | 2,11             | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 2,11             | 75,8       | 56,85     |
| Контактная самостоятельная работа                      |                  | 0,2        | 0,15      |
| <b>Зачёт</b>   | <b>+</b>         | <b>+</b>   | <b>+</b>  |
| <b>Вид контроля</b>                                    | <b>зачёт</b>     |            |           |

**8. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**8.1. Разделы и виды занятий для студентов очного отделения**

| № п/п | Раздел дисциплины                                       | Часов      |                          |           |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|-------|---|------------|--------------------------|-----------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|       |   | Всего      | в т.ч. в форме пр. подг. | Лекции    | в т.ч. в форме пр. подг. | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг. | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг. | Самостоятельная работа |
|       | Введение  | <b>2</b>   | <b>0</b>                 | <b>1</b>  | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>0</b>            | <b>0</b>                 | <b>1</b>               |
| 1     | <b>Раздел 1. Молекулярные основы наследственности.</b>  | <b>50</b>  | <b>0</b>                 | <b>9</b>  | <b>0</b>                 | <b>7</b>             | <b>0</b>                 | <b>0</b>            | <b>0</b>                 | <b>34</b>              |
| 1.1   | Природа генетического материала и его функции в клетке  | 28         | 0                        | 5         | 0                        | 4                    | 0                        | 0                   | 0                        | 19                     |
| 1.2   | Мутационный процесс.                                    | 10         | 0                        | 2         | 0                        | 1                    | 0                        | 0                   | 0                        | 7                      |
| 1.3   | <b>Внехромосомные генетические элементы.</b>            | 12         | 0                        | 2         | 0                        | 2                    | 0                        | 0                   | 0                        | 8                      |
| 2     | <b>Раздел 2. Исследование структуры и функции гена.</b> | <b>37</b>  | <b>0</b>                 | <b>5</b>  | <b>0</b>                 | <b>6</b>             | <b>0</b>                 | <b>0</b>            | <b>0</b>                 | <b>26</b>              |
| 2.1   | <b>Элементы генетического анализа.</b>                  | 17         | 0                        | 2         | 0                        | 3                    | 0                        | 0                   | 0                        | 12                     |
| 2.2   | <b>Регуляция экспрессии генов.</b>                      | 20         | 0                        | 3         | 0                        | 3                    | 0                        | 0                   | 0                        | 14                     |
| 3     | <b>Раздел 3. Основы генетической инженерии.</b>         | <b>19</b>  | <b>0</b>                 | <b>1</b>  | <b>0</b>                 | <b>3</b>             | <b>0</b>                 | <b>0</b>            | <b>0</b>                 | <b>15</b>              |
|       | <b>ИТОГО</b>  | <b>108</b> | <b>0</b>                 | <b>16</b> | <b>0</b>                 | <b>16</b>            | <b>0</b>                 | <b>0</b>            | <b>0</b>                 | <b>76</b>              |

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

**Введение. Предмет, задачи и методы молекулярной биологии и генетики. Значение "классической" генетики и генетики микроорганизмов в становлении молекулярной биологии и генетической инженерии. Понятие гена в "классической" и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии геномной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генетической инженерии для биотехнологии.**

### **Раздел 1. Молекулярные основы наследственности.**

**1.1. Природа генетического материала и его функции в клетке.** Понятие о клетке, ее макромолекулярный состав. Структура нуклеиновых кислот. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Генетический код и его свойства. Репликация ДНК и ее генетический контроль. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.

**1.2. Мутационный процесс.** Роль биохимических мутантов в формировании теории один ген – один фермент. Классификация мутаций. Точковые мутации и хромосомные перестройки, механизм их образования. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза. Взаимосвязь мутагенеза и репарации. Идентификация и селекция мутантов. Супрессия: внутригенная, межгенная и фенотипическая.

**1.3. Внехромосомные генетические элементы.** Плазмиды, их строение и классификация. Половой фактор F, его строение и жизненный цикл. Роль фактора F в мобилизации хромосомного переноса. Образование доноров типа Hfr и F'. Механизм конъюгации. Бактериофаги, их структура и жизненный цикл. Вирулентные и умеренные бактериофаги. Лизогения и трансдукция. Общая и специфическая трансдукция. Мигрирующие генетические элементы: транспозоны и IS-последовательности, их роль в генетическом обмене. ДНК-транспозоны в геномах прокариот и эукариот.

### **Раздел 2. Исследование структуры и функции гена.**

**2.1. Элементы генетического анализа. Цис-транс комплементационный тест.** Генетическое картирование с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации. Построение генетических карт. Тонкое генетическое картирование. Физический анализ структуры гена. Гетеродуплексный анализ. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Полимеразная цепная реакция. Выявление функции гена.

**2.2. Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона.** Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки. Позитивный и негативный контроль экспрессии генов. Контроль на уровне терминации транскрипции. Катаболит-контролируемые опероны: модель лактозного оперона. Аттенуатор-контролируемые опероны: модель триптофанового оперона. Мультивалентная регуляция экспрессии генов. Посттранскрипционный контроль.

**Раздел 3. Основы генетической инженерии. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки. Прикладные аспекты генетической инженерии.**

## 9. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|   | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел |   |   |
|---|--|--------|---|---|
|   |  | 1      | 2 | 3 |
|   | <b>Знать:</b>  |        |   |   |
| 1 | генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот.   | +      |   |   |
| 2 | молекулярные механизмы передачи генетической информации.   | +      | + |   |
| 3 | строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов.  | +      | + |   |
| 4 | рекомбинацию генов.  |        | + | + |
| 5 | молекулярный инструментарий генной инженерии.  |        |   | + |
|   | <b>Уметь:</b>  |        |   |   |
| 1 | определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса. |        | + | + |
| 2 | анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.                        | +      | + |   |
|   | <b>Владеть</b>   |        |   |   |
| 1 | методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ.   | +      |   | + |
| 2 | приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик.                                | +      | + |   |
| 3 | правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.   | +      | + | + |
|   | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции:</b>                                    |        |   |   |
|   | способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);   | +      | + | + |
|   | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | +      | + | + |

## 10. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий                 | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | Природа генетического материала и его функции в клетке. | 1    |
| 2     | 1                    | Мутационный процесс.                                    | 2    |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | 1 | <b>Внехромосомные генетические элементы.</b>  | 2 |
| 4 | 2 | <b>Элементы генетического анализа</b>   | 2 |
| 5 | 2 | <b>Регуляция экспрессии генов.</b>  | 2 |
| 6 | 2 | <b>Методы секвенирования</b>  | 2 |
| 7 | 2 | <b>Посттранскрипционный контроль.</b>   | 2 |
| 8 | 3 | <b>Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.</b> | 2 |
| 9 | 3 | <b>Прикладные аспекты генетической инженерии.</b>                                       | 1 |

## 6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы при изучении дисциплины не предусмотрены.

### 11. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- подготовку к практическим занятиям по курсу;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

### 12. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов).

#### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 100 баллов и составляет по 30 баллов за 1-ю и 3-ю и 40 баллов за 2-ю.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит два вопроса, по 15 баллов за вопрос.**

#### Вопрос 1.1.

1. Природа генетического материала.
2. Кодон-зависимое связывание аминоацил-тРНК в элонгационном цикле.
3. Рекомбинация, ее типы и модели.
4. Первичная и вторичная структура нуклеиновых кислот.

#### Вопрос 1.2.

1. Антибиотики, воздействующие на этап кодон-зависимого связывания аминоацил-тРНК с рибосомой.
2. Вилка репликации, “ведущая” и “отстающая” нити при репликации. Фрагменты Оказаки.
3. Химическое строение, пространственная структура и физические свойства нуклеиновых кислот.
4. Транскрипция ДНК, ее этапы и компоненты.
5. Фактор элонгации EF1B (EF-Ts), его функция, последовательность реакций с его участием.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит два вопроса, по 20 баллов за вопрос.**

**Вопрос 2.1**

1. Вирулетные и умеренные бактериофаги.
2. Роль биохимических мутантов в формировании теории один ген – один фермент.
3. Плазмиды, их строение и классификация.
4. **Классификация мутаций.**
5. **Молекулярный механизм мутагенеза.**

**Вопрос 2.2.**

1. Генетическое картирование с помощью конъюгации.
2. Вирусы животных и растений.
3. Физические методы анализа структуры генов.
4. **Спонтанный и индуцированный мутагенез.**
5. Общая и специфическая трансдукция.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит два вопроса, по 15 баллов за вопрос.**

**Вопрос 3.1.**

1. Роль ферментов рестрикции в генной инженерии
2. Клонирование генов. Общие принципы. Примеры.
3. Свойства векторов для клонирования генов.
4. Рестрикционный анализ. Роль в генной инженерии.
5. Создание библиотек генов.

**Вопрос 3.2.**

1. Роль генной инженерии в продукции биологически активных соединений.
- Примеры.
2. Классификация векторов.
  3. Практические аспекты генной инженерии.
  4. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.
  5. Регуляция на уровне терминации транскрипции.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

**8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

**9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**9.1. Рекомендуемая литература**

а) Основная литература

1. Карпова О.В., Градова Н.Б. Основы вирусологии для биотехнологов: Учебное пособие для биотехнологов - М.: ДеЛи плюс, 2012. - 103 с.
2. Уотсон Дж., Туз Дж., Курц Д. Рекомбинантные ДНК: Краткий курс. – М.: Мир, 1986.
3. Молекулярная биология: структура и биосинтез нуклеиновых кислот. / Под ред. А.С. Спирина. – М. Высшая шк. 1990.

б) Дополнительная литература:

1. Хесин Р.Б. Непостоянство генома. – М.: Наука. 1984.
2. Льюин Б. Гены. – М.: Мир. 1987.
2. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. – СПб.: СПбГТУ. 1999.
3. Патрушев Л.И. Экспрессия генов. – М.: Наука, 2000.

4. Современная микробиология. Прокариоты (в 2-х тт.). – М.: Мир, 2005.
5. М. Сингер, П. Берг. Гены и геномы. – М.: Мир, 1998.
6. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. – Новосибирск: Из-во Сиб. Унив., 2004.
7. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. – М.: В.Ш., 1996.
4. Глик Б.Р., Пастернак Д. – Молекулярная биотехнология. М. 2002.
5. Спирин А.С. Структура рибосомы и биосинтез белка. – М.: Высшая школа, 1986.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### *Интернет-ресурсы*

- 1) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 160);
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который

обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методологические основы исследований в биотехнологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| №<br>п/п | Наименование<br>программного<br>продукта | Реквизиты<br>договора<br>поставки | Количество<br>лицензий | Срок<br>окончания<br>действия<br>лицензии |
|----------|--|-----------------------------------|------------------------|---|
|----------|--|-----------------------------------|------------------------|---|

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| 1 | <p>Microsoft Office Professional Plus 2019</p> <p>В составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p><b>InfoPath</b></p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.</p>   |
| 2 | <p>Micosoft Office Standard 2013</p>   | <p>Контракт № 62-64ЭА/2013</p>                | <p>бессрочная</p>   | <p>Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.</p>   |
| 3 | <p>O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word 365<br/>Excel 365<br/>PowerPoint 365<br/>Microsoft Teams</p>   | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>  | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> |
| 4 | <p>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.</p>  | <p>Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021</p> | <p>12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> |
| 5 | <p>ABBYY FineReader 10 Professional Edition</p>  | <p>Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10</p>  | <p>1 лицензия для активации на рабочих станциях</p>   | <p>бессрочная</p>   |

|    |  |                                       |  |            |
|----|--|---------------------------------------|--|------------|
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                           | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|---|---|
| Раздел 1. Молекулярные основы наследственности. | <p>Знает: генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот; молекулярные механизмы передачи генетической информации; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов.</p> <p>Умеет: анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.</p> <p>Владеет: методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ; приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (6-ой семестр)</p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.  |   |
| <b>Раздел 2. Исследование структуры и функции гена.</b> | <p>Знает: молекулярные механизмы передачи генетической информации; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов; рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий генной инженерии.</p> <p>Умеет: определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса; анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.</p> <p>Владеет: приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (6-ой семестр)</p> |
| <b>Раздел 3. Основы генетической инженерии.</b>         | <p>Знает: рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий генной инженерии.</p> <p>Умеет: определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса.</p> <p>Владеет: методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (6-ой семестр)</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных

организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Прикладная молекулярная биология»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ С.Н.  
Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_  
2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Биофизическая химия»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической  
комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена:  
к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии Н.А. Суясовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ  
им.Д.И. Менделеева «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020\_\_ г., протокол №\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Биофизическая химия» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, физической химии, микробиологии.

**Цель дисциплины** «Биофизическая химия» – формирование комплексного представления об организации живой и неживой природы в соответствии с современными достижениями науки и техники. Осознание взаимосвязей в процессах, протекающих в клетках микро- и макроорганизмов, их взаимосвязях, месте биологических объектов в процессах превращения вещества и энергии в природе. По окончании изучения курса и успешной сдачи экзамена студенты должны иметь полное представление о физико-химических основах наиболее значимых процессов, протекающих в микробной клетке и ее отдельных структурах.

**К задачам дисциплины** следует отнести ознакомление студентов с приложением основных закономерностей физической химии к биологическим системам на примере клеток микро- и микроорганизмов и, отчасти, их отдельных ферментных систем и популяций, а также в создании навыков количественных расчетов термодинамики биохимических реакций и их сложных совокупностей, осуществляемых в ходе катаболизма и анаболизма при росте и размножении микробных клеток.

Дисциплина «Биофизическая химия» преподается в 6-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций: обладать способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3); способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4); готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основные положения термодинамики открытых систем (вблизи и вдали от термодинамического равновесия);
- отличительные особенности биологических объектов – открытых систем;
- современные методы биофизической химии, используемой для изучения живых систем;
- типы работ совершаемых живыми организмами;
- способы аккумуляции и превращения энергии биологическими объектами;
- физико-химические основы биохимических процессов клетки;
- основы математического моделирования биологических процессов.

уметь:

- работать с материалами специализированной периодической литературы;
- рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое обоснование;
- рассчитывать основные стехиометрические и энергетические показатели биологических процессов;

владеть:

- методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов;
- методами прямой и непрямой калориметрии;
- методами анализа строения мембран биологических систем;
- методами исследования мембранных процессов, протекающих в клетках биологических объектов;
- методами составления материальных и энергетических балансов роста численности микробных популяций;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                   | Объем дисциплины |           |           |
|--------------------------------------|------------------|-----------|-----------|
|                                      | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр.ч    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b> | <b>2,0</b>       | <b>72</b> | <b>54</b> |

|  |                        |           |           |
|--|------------------------|-----------|-----------|
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>            | <b>32</b> | <b>24</b> |
| Лекции (Лек)                                   | 0,89                   | 32        | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0                      | 0         | 0         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>            | <b>1,11</b>            | <b>40</b> | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |                        | 0,4       | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,11                   | 39,6      | 56,7      |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |           |           |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | +                      | +         | +         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |           |           |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел<br>дисциплины   | Часов |                                      |        |                                   |                         |                                   |                        |                                      |                           |
|----------|--|-------|--------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
|          |  | Всего | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лекции | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практические<br>занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лабораторные<br>работы | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самостоятельная<br>работа |
| 1        | Термодинамика<br>биотехнологических<br>и<br>микробиологических процессов | 30    | 0                                    | 10     | 0                                 | 0                       | 0                                 | 0                      | 0                                    | 20                        |
| 2        | Основы биоэнергетики   | 34    | 0                                    | 12     | 0                                 | 0                       | 0                                 | 0                      | 0                                    | 22                        |
| 3        | Стехиометрические<br>расчеты<br>биотехнологических процессов             | 34    | 0                                    | 10     | 0                                 | 0                       | 0                                 | 0                      | 0                                    | 24                        |
| 4        | Подготовка к зачету  | 10    | 0                                    | -      | 0                                 | 0                       | 0                                 | 0                      | 0                                    | 10                        |
|          | <b>ИТОГО:</b>  | 108   | 0                                    | 32     | 0                                 | 0                       | 0                                 | 0                      | 0                                    | 76                        |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Термодинамика биотехнологических и микробиологических процессов.

Предмет и задачи биофизической химии, ее связь с родственными дисциплинами. Значение биофизической химии для биотехнологии. Принципиальные особенности применения законов физики и физической химии к биологическим системам.

Изолированные, закрытые и открытые системы в биологических системах. Равновесные и неравновесные процессы в природе. Состояние равновесия, стационарное состояние, их применимость в биотехнологии. Первое и Второе начала термодинамики, применимость к открытым системам.

Понятие о нескомпенсированной теплоте. Основной постулат термодинамики открытых систем. Первая теорема Пригожина. Скорость возникновения энтропии в открытых системах. Формализм понятия «негэнтропия». Критика теорий Больцмана-Шредингера. Термодинамическое обоснование возможности осуществления сопряженных процессов.

Гипотеза Томпсона. Понятие о плотности потока (обобщенной координате) и обобщенной термодинамической силе. Неравенство де Донде. Термодинамическая сила и плотность потока в химической реакции.

Основные положения линейной термодинамики неравновесных процессов Онзагера, применимость к биотехнологическим системам. Вторая теорема Пригожина. Термодинамическое описание стационарного состояния биотехнологических систем.

Термодинамика открытых систем вдали от состояния термодинамического равновесия.

Расчет энергии Гиббса для реакций, протекающих в реальных растворах. Введение поправок на частичную диссоциацию кислот, на реакцию аниона.

### Раздел 2. Основы биоэнергетики.

Схема энергообмена в природе (различные типы работ, производимых в открытых системах). Строение структурных элементов микробных клеток и их функции в процессах трансформации энергии.

Строение и функции клеточных мембран. Состав и свойства биополимеров, входящих в их состав. Различие в составе биополимеров клеточных мембран микроорганизмов в зависимости от условий окружающей среды. Физико-химические характеристики транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт). Классификация типов транспорта с позиции переноса ионов через мембрану.

Трансмембранная разность электрохимических потенциалов.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -насос (превращение химической энергии в электрическую).  $\text{Ca}^{2+}$ -помпа (преобразование химической энергии в механическую). Электрохимический трансмембранный потенциал протонов. Характеристика и свойства мембран митохондрий. Синтез макроэргических связей в процессе дыхания. Разобщение процессов дыхания и фосфорилирования. Гипотеза Митчелла.

Оксигенный, аноксигенный фотосинтез (трансформация энергии солнца в восстановительный потенциал). Основные элементы цепи переноса электронов в процессе фотосинтеза. Фотосинтетические генераторы электрохимического потенциала.

Механизмы регуляции экз- и эндэргонических процессов клетки. Регуляция клеточного метаболизма на уровне синтеза ферментов (индукция, репрессия) и их активности.

**Раздел 3. Стехиометрические расчеты биотехнологических процессов.**

Моделирование физико-химических процессов в биологии (биологические, физические, математические модели). Особенности стехиометрических расчетов биохимических процессов. Составление материального баланса на основе стехиометрии микробного синтеза. Расчет тепловых эффектов и затрат свободной энергии в процессе микробного синтеза.

**5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел |   |   |
|---|--|--------|---|---|
|   |  | 1      | 2 | 3 |
|   | <b><i>Знать:</i></b>   |        |   |   |
| 1 | основные положения термодинамики открытых систем (вблизи и вдали от термодинамического равновесия)             | +      | + |   |
| 2 | отличительные особенности биологических объектов открытых систем   | +      | + | + |
| 3 | современные методы биофизической химии, используемой для изучения живых систем                                 | +      | + |   |
| 4 | типы работ совершаемых живыми организмами  | +      | + |   |
| 5 | способы аккумуляирования и превращения энергии биологическими объектами  |        | + | + |
| 6 | физико-химические основы биохимических процессов клетки  | +      | + | + |
| 7 | основы математического моделирования биологических процессов   | +      |   | + |
|   | <b><i>Уметь:</i></b>   |        |   |   |
| 1 | работать с материалами специализированной периодической литературы   | +      | + |   |
| 2 | рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое обоснование | +      |   | + |
| 3 | рассчитывать основные стехиометрические и энергетические показатели биологических процессов                    |        |   | + |

| <b>Владеть</b>   |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| 4  | методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов  | + |   | + |
| 5  | методами прямой и непрямой калориметрии  | + |   |   |
|  | методами анализа строения мембран биологических систем   |   | + |   |
| 6  | методами исследования мембранных процессов, протекающих в клетках биологических объектов   |   | + |   |
| 7  | методами составления материальных и энергетических балансов роста численности микробных популяций  |   |   | + |
| 8  | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов   | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>обще профессиональные и профессиональные_ компетенции:</b> |  |   |   |   |
| 9  | способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);   | + | + | + |
| 10   | способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4); | + | + | + |
| 11   | готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11);   | + | + |   |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Проведение практических (семинарских) работ в рамках дисциплины «Биофизическая химия» не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Проведение лабораторных работ в рамках дисциплины «Биофизическая химия» не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- выполнение домашних работ по тематике дисциплины;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 45 баллов), домашних работ (максимальная оценка 15 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерное содержание домашних работ

Домашние работы по курсу выполняются при изучении 1 и 3 разделов дисциплины «Биофизическая химия» в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка домашней работы № 1 - 10 баллов, домашней работы № 2 – 5 баллов.

#### Пример домашней работы № 1. Раздел 1.

**Задача 1.** Рассчитайте растворимость водорода в воде, если известно, что  $\Delta\check{G}^0(\text{H}_2)$  составляет 10,8 кДж/моль ( $T = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ).

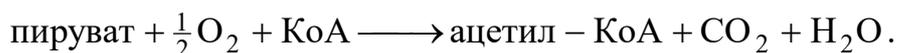
**Задача 2.** Рассчитайте  $\Delta G^0$ ,  $\Delta\check{G}^0$ ,  $\Delta\check{G}'$  для реакции в водном растворе:



|          |                           |                         |                            |                      |
|----------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|
| Параметр | $\text{R}_1\text{NH}_3^+$ | $\text{R}_2\text{COOH}$ | $\text{R}_1\text{NHCOR}_2$ | $\text{H}_2\text{O}$ |
|----------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|

|                                      |       |        |        |        |
|--------------------------------------|-------|--------|--------|--------|
| $\Delta G^0_{обр.}$ , кДж/моль       | 316,0 | -600,7 | -703,1 | -237,0 |
| $a_{нас.р-ра}$                       | 9,7   | 14,4   | 4,9    | -      |
| $pK_a$                               | -     | 3,8    | -      | -      |
| Физиологические концентрации, моль/л | 0,009 | 0,16   | 0,044  | -      |

**Задача 3.** а) Одна из стадий цикла лимонной кислоты может быть описана следующим уравнением:



Рассчитайте  $\Delta \check{G}^0$  для этого процесса, учитывая поправку на диссоциацию пирувата, если известно, что для этой реакции  $\Delta \check{G} = 2,30$  кДж/моль (концентрации компонентов 1 моль/л,  $P(\text{газов}) = 1$  атм),  $pH = 7,0$ ,  $t = 30$  °С, активность растворённых веществ  $a = 1$ ,  $P^0(\text{CO}_2) = 0,05$  атм, учитывая, что аэрирование осуществляется смесью с  $P(\text{O}_2) = 0,25$  атм, растворимость кислорода – 7,63 мг/л.

б) Рассчитайте, как изменится  $\Delta \check{G}^0$  этого процесса при снижении pH до 6,0. Предположите, можно ли регулировать этот процесс варьированием pH, какие могут быть ограничения.

Оценка заданий:

|              |   |   |   |          |
|--------------|---|---|---|----------|
| № задания    | 1 | 2 | 3 | $\Sigma$ |
| Оценка, балл | 2 | 3 | 5 | 10       |

### Пример домашней работы № 2. Раздел 3.

**Задача 1.** Составьте уравнение реакции анаболизма, катаболизма, брутто-реакции, при анаэробном культивировании микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – глюкозу. Данные по экономическому коэффициенту ( $Y$ ), пути сбраживания глюкозы и составу получаемой биомассы приведены в таблице.

| Микроорганизм | $Y$  | Путь сбраживания глюкозы            | Состав биомассы                                  |
|---------------|------|-------------------------------------|--|
| Бактерии      | 0,05 | гомоферментативный<br>кисломолочный | $\text{CH}_{1,66}\text{N}_{0,14}\text{O}_{0,48}$ |

**Задача 2.** Составьте уравнение реакции анаболизма, катаболизма, брутто-реакции, а также определите  $\Delta G^0$  и  $\Delta H^0$  при аэробном культивировании микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Тип микроорганизма, источник углерода, состав получаемой биомассы, а также экономический коэффициент  $Y$ , достигаемый при культивировании данного штамма микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – глюкозу,

приведены в таблице. Принять допущение, что энергия диссипации при культивировании микроорганизмов не зависит от источника углерода, а определяется только видом микроорганизма. Для решения задачи воспользуйтесь справочными данными термодинамических величин.

| Микроорганизм | Источник углерода                | Состав биомассы  | Y    |
|---------------|----------------------------------|--|------|
| Бактерии      | C <sub>1</sub> H <sub>3</sub> OH | CH <sub>1,66</sub> N <sub>0,14</sub> O <sub>0,48</sub> | 0,35 |

Оценка заданий:

| № задания    | 1 | 2 | Σ |
|--------------|---|---|---|
| Оценка, балл | 2 | 3 | 5 |

## 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 45 баллов и составляет по 15 баллов за каждую работу.

### Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса.

#### Вариант 1.

**Задание 1.** Изолированные, закрытые и открытые системы в биотехнологии.

**Задание 2.** Формализм понятия «негэнтропия». Критика теорий Больцмана, Шредингера.

**Задание 3.** а) Рассчитайте, может ли при 300 К самопроизвольно ( $\Delta\check{G}' < 0$ ) протекать реакция глюкоза + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> → глюкозо-6-фосфат + H<sub>2</sub>O при физиологических концентрациях (глюкоза-0,01 моль/л, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-0,003 моль/л, глюкозо-6-фосфат-0,005 моль/л), если известно, что pH=7, а K<sub>a</sub> диссоциации H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> составляют: для первой ступени 10<sup>-2,1</sup>, для второй – 10<sup>-7,2</sup>, для третьей – 10<sup>-12,4</sup>; K<sub>a1</sub>(глюкозо-6-фосфат) = 10<sup>-1,21</sup>, K<sub>a2</sub>(глюкозо-6-фосфат) = 10<sup>-6,24</sup>.  $\Delta\check{G}^0$  реакции глюкоза + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> → глюкозо-6-фосфат + H<sub>2</sub>O равно 13,4 кДж/моль.

б) При каких условиях в расчетах необходимо учитывать диссоциацию аниона HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Оценка заданий:

| № задания    | 1 | 3 | 2 | Σ  |
|--------------|---|---|---|----|
| Оценка, балл | 3 | 6 | 6 | 15 |

### Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса.

### Вариант 1.

**Задание 1.** Функции биополимеров, входящих в состав клеточных мембран.

**Задание 2.** Регуляция клеточного метаболизма на примере индукции.

**Задание 3.** Понятие о трансмембранных потенциалах. Na-K-помпа (механизм создания трансмембранного потенциала, основная функция – схема с пояснениями).

Оценка заданий:

|              |   |   |   |          |
|--------------|---|---|---|----------|
| № задания    | 1 | 3 | 2 | $\Sigma$ |
| Оценка, балл | 3 | 6 | 6 | 15       |

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса.**

### Вариант 1.

**Задание 1.** Основы математического моделирования в биологии (на примере стехиометрических расчётов).

**Задание 2.** Составьте уравнение реакции анаболизма, катаболизма, брутто-реакции, при анаэробном культивировании микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – глюкозу. Данные по экономическому коэффициенту ( $Y$ ), пути сбраживания глюкозы и составу получаемой биомассы приведены в таблице.

| Микроорганизм | $Y$  | Путь сбраживания глюкозы            | Состав биомассы                                  |
|---------------|------|-------------------------------------|--|
| Бактерии      | 0,07 | гомоферментативный<br>кисломолочный | $\text{CH}_{1,66}\text{N}_{0,14}\text{O}_{0,48}$ |

**Задание 3.** Составьте уравнение реакции анаболизма, катаболизма, брутто-реакции, а также определите  $\Delta G^0$  и  $\Delta H^0$  при аэробном культивировании микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Тип микроорганизма, источник углерода, состав получаемой биомассы, а также экономический коэффициент  $Y$ , достигаемый при культивировании данного штамма микроорганизмов на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – глюкозу, приведены в таблице. Принять допущение, что энергия диссипации при культивировании микроорганизмов не зависит от источника углерода, а определяется только видом микроорганизма. Для решения задачи воспользуйтесь справочными данными термодинамических величин.

|               |                                      |   |      |
|---------------|--------------------------------------|---|------|
| Микроорганизм | Источник углерода                    | Состав биомассы   | Y    |
| Дрожжи        | н-С <sub>10</sub> H <sub>21</sub> ОН | C <sub>0,460</sub> H <sub>0,068</sub> N <sub>0,088</sub> O <sub>0,331</sub> | 0,55 |

Оценка заданий:

|              |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|----|
| № задания    | 1 | 3 | 2 | Σ  |
| Оценка, балл | 5 | 5 | 5 | 15 |

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачет с оценкой).

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 теоретических вопроса (максимальная оценка за каждый вопрос – 10 баллов) и 1 расчетную задачу (максимальная оценка – 20 баллов).

#### Примерный перечень вопросов № 1 билета.

1. Изолированные, закрытые и открытые системы в биотехнологии.
2. Равновесные и неравновесные процессы в биологических системах.
3. Состояние равновесия, стационарное состояние в биологических системах.
4. Первое начало термодинамики, применимость к открытым системам.
5. Опыты по прямой и непрямой калориметрии.
6. Второе начало термодинамики, применимость к открытым системам.
7. Понятие о некомпенсированной теплоте.
8. Основной постулат термодинамики открытых систем.
9. Первая теорема Пригожина.
10. Зависимость энтропии от времени.
11. Формализм понятия «негэнтропия». Критика теорий Больцмана, Шредингера.
12. Термодинамическое обоснование возможности сосуществования тендемных процессов.
13. Неравенство де Донде.
14. Теория Анзагера (линейная термодинамика неравновесных процессов).
15. Вторая теорема Пригожина (вывод предпосылок).
16. Состояние равновесия, стационарное состояние.
17. Термодинамическое описание стационарного состояния биотехнологических систем.
18. Расчёт энергии Гиббса для реакций, протекающих в реальных растворах. Вывод формулы расчёта поправок на частичную диссоциацию кислот.
19. Расчёт энергии Гиббса для реакций, протекающих в реальных растворах.

Вывод формулы расчёта энергии Гиббса для случая, когда в реакцию вступает анион.

20. Термодинамика открытых систем вдали от состояния термодинамического равновесия.

### **Примерный перечень вопросов № 2 билета.**

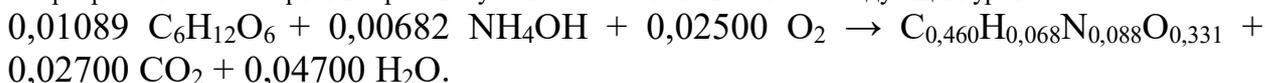
1. Типы транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт). Их краткая характеристика и классификация с позиции переноса ионов через мембрану.
2. Строение и функции клеточных мембран.
3. Функции биополимеров, входящих в состав клеточных мембран.
4. Различие в составе биополимеров клеточных мембран микроорганизмов в зависимости от условий окружающей среды.
5. Понятие о трансмембранных потенциалах. Na-K-помпа (механизм создания трансмембранного потенциала, основная функция – схема с пояснениями).
6. Понятие о трансмембранных потенциалах. Протонная помпа (механизм создания трансмембранного потенциала, основная функция – схема с пояснениями).
7. Гипотеза Митчелла, понятие о разобщителях.
8. Понятие о трансмембранных потенциалах. Са-помпа (механизм создания трансмембранного потенциала, основная функция – схема с пояснениями).
9. Механизм создания трансмембранного потенциала. Классификация типов транспорта с позиции переноса катионов через мембрану (краткая характеристика).
10. Типы фотосинтеза, их общая характеристика.
11. Оксигенный фотосинтез (принципиальная схема работы с пояснениями).
12. Аноксигенный фотосинтез на примере бактерий, окисляющих  $H_2S$  (принципиальная схема работы с пояснениями).
13. Функции бактериородопсина в клетках галобактерий.
14. Механизмы регуляции внутриклеточного метаболизма.
15. Понятие об опероне.
16. Регуляция клеточного метаболизма на примере репрессии. Регуляция клеточного метаболизма на примере индукции.
17. Основы математического моделирования в биологии (на примере стехиометрических расчётов).
18. Математические модели роста численности популяции (модель Мальтуса).
19. Математические модели роста численности популяции (модель Ферхюльста).
20. Математические модели роста численности популяции (модель Вольтера).

### Примерный перечень вопросов № 3 билета.

1. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите  $\Delta G^0$  и  $\Delta H^0$  при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – пентанол, если известно, что  $Y=0,50$ , а  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{пентанол})_{\text{p-p}} = -396,23$  кДж/моль;  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$  кДж/моль;  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$  кДж/моль, если состав получаемой биомассы из расчета на 1 атом С –  $\text{C}_{1,78}\text{N}_{0,16}\text{O}_{0,54}$ .

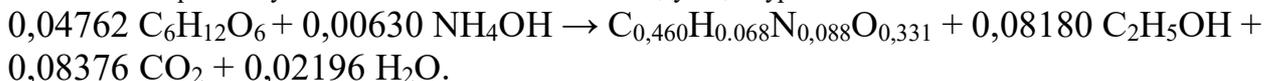
2. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите  $\Delta G^0$  и  $\Delta H^0$  при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – пропанол, если известно, что  $Y=0,45$ , а  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{пропанол})_{\text{p-p}} = -396,23$  кДж/моль;  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$  кДж/моль;  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$  кДж/моль, если состав получаемой биомассы из расчета на 1 атом С –  $\text{C}_{1,78}\text{N}_{0,16}\text{O}_{0,54}$ .

3. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите  $\Delta H^0$  при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – уксусную кислоту, если известно, что брутто-реакция культивирования данного микроорганизма на сахарозе в аэробных условиях может быть описана следующим уравнением:



$\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{p-p}} = -174,15$  кДж/моль,  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$  кДж/моль,  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$  кДж/моль,  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{\text{p-p}} = -916,67$  кДж/моль.

4. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите  $\Delta H^0$  при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – этанол, если известно, что брутто-реакция культивирования данного микроорганизма на глюкозе в анаэробных условиях может быть описана следующим уравнением:

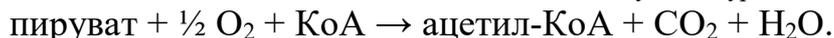


$\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{\text{p-p}} = -174,15$  кДж/моль,  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$  кДж/моль,  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$  кДж/моль,  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{\text{p-p}} = -916,67$  кДж/моль.

5. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите  $\Delta G^0$  и  $\Delta H^0$  при аэробном культивировании биомассы бактерий на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – бутанол, если известно, что  $Y=0,40$ , а

$\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{бутанол})_{\text{p-p}} = -174,15$  кДж/моль,  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$  кДж/моль,  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$  кДж/моль, если состав получаемой биомассы из расчета на 1 атом С –  $\text{C}_{1,66}\text{N}_{0,14}\text{O}_{0,48}$ .

6. Одна из стадий цикла лимонной кислоты может быть описана следующим уравнением:



Рассчитайте  $\Delta \check{G}^0$  для этого процесса, учитывая поправку на диссоциацию пирувата, если известно, что  $\Delta \check{G}_{\text{p-ин}}(\text{пируват} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{КоА} \rightarrow \text{ацетил-КоА} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})_{\text{концентрации компонентов}=1 \text{ моль/л, } P(\text{газов})=1 \text{ атм}} = 2,30$  кДж/моль ( $\text{H}_2\text{O}$  как компонент не учитывать),  $\text{pH} = 7$ , температура  $30^\circ\text{C}$ ,  $K_{a1}(\text{пировиноградная кислота}) = 10^{-6,10}$ , а (растворенных веществ)=1,  $P^0(\text{CO}_2)=0,05$  атм учитывая, что аэрирование осуществляется смесью с  $P(\text{O}_2)=0,25$  атм, растворимость кислорода – 8,0 мг/л.

7. а) Определите константу диссоциации фосфоенолпирувата (фосфоенолпируват  $\rightarrow$  пируват +  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) при биохимических условиях, если известно, что  $\Delta\check{G}^0(\text{фосфоенолпируват} \rightarrow \text{пируват} + \text{H}_3\text{PO}_4) = -55,6$  кДж/моль,  $\text{pH}=7$ ,  $t=30^\circ\text{C}$ , а  $K_a$  диссоциации  $\text{H}_3\text{PO}_4$  составляют: для первой ступени  $10^{-2,1}$ , для второй –  $10^{-7,2}$ , для третьей –  $10^{-12,4}$ .

б) какое влияние на равновесие данной системы окажет понижение  $\text{pH}$ , какие существуют ограничения по использованию кислотности среды для регулирования процесса.

8. а) Определите максимальное количество глюкозы, которое может быть получено из  $\text{CO}_2$  и воды за счет энергии гидролиза 1 моль АТФ при физиологических условиях ( $P_{\text{CO}_2}=0,05$  атм; растворимость  $\text{CO}_2=5,3 \cdot 10^{-4}$  моль/л;  $C_{\text{глюкоза}}=0,01$  моль/л;  $\text{pH}=7$ ;  $t=30^\circ\text{C}$ ;  $\Delta\check{G}'_{\text{гидролиз АТФ}}=-33,5$  кДж/моль;  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37$  кДж/моль;  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23$  кДж/моль;  $\Delta\check{G}_{\text{образ}}(\text{глюкоза}_{\text{р-р}} 1 \text{ моль/л}) = -917,22$  кДж/моль).

б) Рассчитайте поправку к процессу гидролиза АТФ ( $\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4$ ), если известно, что  $K_a$  диссоциации  $\text{H}_3\text{PO}_4$  составляют: для первой ступени  $10^{-2,1}$ , для второй –  $10^{-7,2}$ , для третьей –  $10^{-12,4}$ .

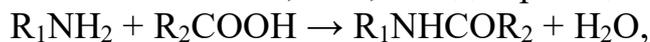
9. а) Определите диапазон концентраций гемоглобина в крови, при которых транспорт кислорода ( $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hb} \cdot \text{O}_2$ ) будет осуществляться самопроизвольно.  $K_a$  данного процесса составляет 85,5; температура  $36,6^\circ\text{C}$ . Аэрирование осуществляется кислородом воздуха, при его объемной доле 21 %, растворимость кислорода в крови принять равной 8 мг/л.

б) Предположите, какое влияние на данный процесс окажет повышение температуры.

10. а) Рассчитайте, может ли при 300 К самопроизвольно ( $\Delta\check{G}' < 0$ ) протекать реакция **глюкоза +  $\text{HPO}_4^{2-} \rightarrow$  глюкозо-6-фосфат +  $\text{H}_2\text{O}$**  при физиологических концентрациях (глюкоза-0,01 моль/л,  $\text{HPO}_4^{2-}$ -0,003 моль/л, глюкозо-6-фосфат-0,005 моль/л), если известно, что  $\text{pH}=7$ , а  $K_a$  диссоциации  $\text{H}_3\text{PO}_4$  составляют: для первой ступени  $10^{-2,1}$ , для второй –  $10^{-7,2}$ , для третьей –  $10^{-12,4}$ ;  $K_{a1}(\text{глюкозо-6-фосфат}) = 10^{-1,21}$ ,  $K_{a2}(\text{глюкозо-6-фосфат}) = 10^{-6,24}$ .  $\Delta\check{G}^0$  реакции: глюкоза +  $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$  глюкозо-6-фосфат +  $\text{H}_2\text{O}$  равно 13,4 кДж/моль.

б) При каких условиях в расчетах необходимо было бы учитывать диссоциацию аниона  $\text{HPO}_4^{2-}$ .

11. Рассчитайте  $\Delta G^0$ ,  $\Delta\check{G}^0$ ,  $\Delta\check{G}'$  для реакции в водном растворе:



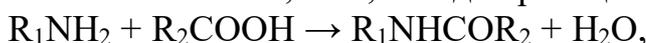
если известно, что:

| параметр                     | $\text{R}_1\text{NH}_2$ | $\text{R}_2\text{COOH}$ | $\text{R}_1\text{NHCOR}_2$ | $\text{H}_2\text{O}$ |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|
| $\Delta G^0_{\text{образ.}}$ | 316,0                   | -600,7                  | -703,1                     | -237,0               |
| $a_{\text{нас. р-ра}}$       | 9,7                     | 14,4                    | 4,9                        | -                    |
| $\text{p}K_a$                | -                       | 3,8                     | -                          | -                    |

|                         |       |      |       |   |
|-------------------------|-------|------|-------|---|
| Физиол.кон-и,<br>моль/л | 0,009 | 0,16 | 0,044 | - |
|-------------------------|-------|------|-------|---|

12. Дрожжи рода *Saccharomyces* в аэробных условиях (в присутствии  $O_2$ ) способны окислять глюкозу до  $CO_2$ , в то время как в анаэробных условиях осуществляется спиртовое брожение. Рассчитайте (на 1 моль глюкозы)  $\Delta\check{G}^0$ ,  $\Delta G^0$  (условия:  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , а (растворенных веществ)=1,  $P^0(CO_2)=0,05\text{ атм}$ ) для обоих процессов учитывая, что аэрирование осуществляется смесью с  $P(O_2)=0,3\text{ атм}$ , растворимость кислорода –  $8,0\text{ мг/л}$ , а  $\Delta G^0_{\text{образ.}}(CO_2\text{ газ})=-386,23\text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta G^0_{\text{образ.}}(H_2O\text{ жид.})=-237,19\text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta\check{G}_{\text{образ.}}(\text{глюкоза } p\text{-р } 1\text{ моль/л})=-917,22\text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta\check{G}_{\text{образ.}}(\text{этанол } p\text{-р } 1\text{ моль/л})=-181,54\text{ кДж/моль}$ .

13. Рассчитайте  $\Delta G^0$ ,  $\Delta\check{G}^0$ ,  $\Delta\check{G}'$  для реакции в водном растворе:



если известно, что:

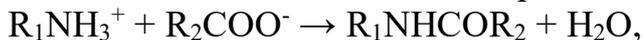
| параметр                     | $R_1NH_2$         | $R_2COOH$ | $R_1NHCOR_2$ | $H_2O$ |
|------------------------------|-------------------|-----------|--------------|--------|
| $\Delta G^0_{\text{образ.}}$ | -354,5            | -437,2    | -581,4       | -237,0 |
| $a_{\text{нас.р-ра}}$        | 11,3              | 10,6      | 3,8          | -      |
| рКа                          | -                 | 3,0       | -            | -      |
| Физиол.кон-и,<br>моль/л      | $3 \cdot 10^{-2}$ | 0,2       | 0,035        | -      |

14. Фосфорилирование глюкозы в гликолизе может быть описано следующим уравнением:



Рассчитайте  $\Delta\check{G}^0$  для этого процесса, учитывая поправку на реакцию аниона, если известно, что  $\Delta\check{G}_{p\text{-ни}}(\text{глюкоза} + H_3PO_4 \rightarrow \text{глюкозо-1-}\Phi^2\text{-H}_2^+ + H_2O)_{\text{концентрации компонентов}=1\text{ моль/л}} = 2,30\text{ кДж/моль}$  ( $H_2O$  как компонент не учитывать),  $pH = 7$ , температура  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , а (растворенных веществ)=1,  $K_{a1}(H_3PO_4) = 10^{-2,12}$ ,  $K_{a2}(H_3PO_4) = 10^{-7,20}$ ,  $K_{a3}(H_3PO_4) = 10^{-12,4}$ ,  $K_{a1}(\text{глюкозо-1-}\Phi^2\text{-H}_2^+) = 10^{-1,10}$ ,  $K_{a2}(\text{глюкозо-1-}\Phi^2\text{-H}_2^+) = 10^{-6,51}$ .

15. Рассчитайте  $\Delta G^0$ ,  $\Delta\check{G}^0$ ,  $\Delta\check{G}'$  для реакции в водном растворе:



если известно, что:

| параметр                     | $R_1NH_3^+$       | $R_2COOH$ | $R_1NHCOR_2$ | $H_2O$ |
|------------------------------|-------------------|-----------|--------------|--------|
| $\Delta G^0_{\text{образ.}}$ | -354,5            | -437,2    | -581,4       | -237,0 |
| $a_{\text{нас.р-ра}}$        | 11,3              | 10,6      | 3,8          | -      |
| рКа                          | -                 | 3,0       | -            | -      |
| Физиол.кон-и,<br>моль/л      | $3 \cdot 10^{-2}$ | 0,2       | 0,035        | -      |

Максимальная оценка за зачет с оценкой – 40 баллов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (6 семестр).

**Зачет с оценкой** по дисциплине «**Биофизическая химия**» проводится в 6-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии<br/>_____ В.И.<br/>Панфилов</p> <p>« ____ » _____<br/>20__ г.</p>  | <p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>                                |
|   | <p><b>Российский химико-технологический университет</b></p>                       |
|   | <p><b>имени Д.И. Менделеева</b></p>   |
|   | <p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>   |
|   | <p><b>Направление подготовки бакалавров</b><br/><b>19.03.01 Биотехнология</b></p> |
| <p><b>Дисциплина «Биофизическая химия»</b></p>  |   |
| <p align="center"><b>Билет № 1</b></p> <p>4. Изолированные, закрытые и открытые системы в биотехнологии.</p> <p>5. Типы транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт). Их краткая характеристика и классификация с позиции переноса ионов через мембрану.</p> <p>6. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите <math>\Delta G^0</math> и <math>\Delta H^0</math> при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота <math>\text{NH}_4\text{OH}</math>, углерода – пентанол, если известно, что <math>Y=0,50</math>, а <math>\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{пентанол})_{\text{p-p}} = -396,23</math> кДж/моль; <math>\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}} = -394,37</math> кДж/моль; <math>\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}} = -237,23</math> кДж/моль, если состав получаемой биомассы из расчета на 1 атом С – <math>\text{CH}_{1,78}\text{N}_{0,16}\text{O}_{0,54}</math>.</p> |   |

#### Оценка заданий:

| № задания    | 1  | 2  | 3  | $\Sigma$ |
|--------------|----|----|----|----------|
| Оценка, балл | 10 | 10 | 20 | 40       |

### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 9.1. Рекомендуемая литература

##### а) Основная литература

1. М.Н.Манаков, Д.Г.Победимский. Теоретические основы технологии микробиологических производств. – М.: Агропромиздат, 1990.

2. Е.П.Агеев. Термодинамика неравновесных процессов в общем курсе физической химии. – М.: Издательство МГУ, 1980.
3. Д. Николс. Биоэнергетика. Введение в хемиосмотическую теорию. Пер. с англ. под ред. И.А.Козлова. – М.: Мир, 1985.
4. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.
5. Н.А.Суясов и др. Биофизическая химия. Сборник примеров и задач. – М.:Издательский центр РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010. – 114 с.

### **б) Дополнительная литература**

1. В.Калоус, З.Павличек. Биофизическая химия. Пер. с чешск. под ред. А.П.Сергеева. – М.: Мир, 1985.
2. А.Б.Рубин. Термодинамика биологических процессов. – М.: 1976.
3. Ю.А.Владимиров и др. Биофизика. – М.: Медицина, 1983.
4. А.Ленинджер. Основы биохимии (в 3-х томах). Пер. с англ. под ред. С.Е.Северина. – М.: Мир, 1984.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### **Интернет-ресурсы**

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)

- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. компьютерные презентации интерактивных лекций;
2. банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
3. электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
4. банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Биофизическая химия» проводятся в форме лекций и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы с электронными фотографии отдельных органелл клетки.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная

библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>InfoPath</b></p> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFelty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |  |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
|   | PowerPoint 365<br>Microsoft Teams  |  |  |   |
| 4 | Kaspersky<br>Endpoint Security<br>для бизнеса –<br>Стандартный<br>Russian Edition. | Контракт<br>№ 90-<br>133ЭА/2<br>021 от<br>07.09.202<br>1 | 12<br>месяцев<br>(ежегодно<br>е<br>продлени<br>е<br>подписки<br>с правом<br>перехода<br>на<br>обновлён<br>ную<br>версию<br>продукта) | Лицензия на ПО, не<br>принимающее прямого<br>участия в образовательных<br>процессах<br>(инфраструктурное/ вспомо<br>гательное ПО) |
| 5 | ABBYY<br>FineReader 10<br>Professional<br>Edition                                  | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10      | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях  | бессрочная  |
| 6 | CorelDRAW<br>Graphics Suite<br>X5 Education<br>License                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10      | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях  | бессрочная  |
| 7 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>BioOffice ultra          | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10      | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях  | бессрочная  |
| 8 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь   | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2                            | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци   | бессрочная  |

|    |  |   |   |            |
|----|--|---|---|------------|
|    | ных данных<br>Chemdraw pro   | 010 от<br>14.12.10                                  | и на<br>рабочих<br>станциях                                     |            |
| 9  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw ultra                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 |   | бессрочная |
| 10 | MATLAB<br>Academic new<br>Product Group<br>Licenses (per<br>License)                                 | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1 лицензи<br>я для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях   | бессрочная |
| 11 | MATLAB<br>Classroom Suite<br>new Product<br>From 25 to 49<br>Concurrent<br>Licenses (per<br>License) | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|--|---|
| Раздел 1.<br>Термодинамика биотехнологических и микробиологических процессов | Знает: основные положения термодинамики открытых систем (вблизи и вдали от термодинамического равновесия); отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; типы работ совершаемых живыми организмами; физико-химические основы биохимических | Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)<br>Оценка за домашнюю работу<br>Оценка за зачет с оценкой (6 семестр) |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>процессов клетки; основы математического моделирования биологических процессов.</p> <p>Умеет: работать с материалами специализированной периодической литературы; рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое обоснование.</p> <p>Владеет: методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов; методами прямой и непрямой калориметрии; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p>  |  |
| Раздел 2. Основы биоэнергетики                                   | <p>Знает: основные положения термодинамики открытых систем (вблизи и вдали от термодинамического равновесия); отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; типы работ совершаемых живыми организмами; способы аккумуляции и превращения энергии биологическими объектами; физико-химические основы биохимических процессов клетки.</p> <p>Умеет: работать с материалами специализированной периодической литературы.</p> <p>Владеет: методами анализа строения мембран биологических систем; методами исследования мембранных процессов, протекающих в клетках биологических объектов; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (6 семестр).</p> |
| Раздел 3. Стехиометрические расчеты биотехнологических процессов | <p>Знает: отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; способы аккумуляции и превращения энергии биологическими объектами; физико-химические основы биохимических процессов клетки; основы</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр)</p> <p>Оценка за домашнюю работу</p>              |

|  |   |
|--|---|
| <p>математического моделирования биологических процессов.</p> <p>Умеет: рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое обоснование; рассчитывать основные стехиометрические и энергетические показатели биологических процессов.</p> <p>Владеет: методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов; методами составления материальных и энергетических балансов роста численности микробных популяций; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | <p>Оценка за зачет с оценкой (6 семестр).</p> |
|--|---|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Биофизическая химия»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»

---

**УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г..

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Органическая химия в биотехнологии»**

**Направление подготовки бакалавров 19.03.01 – «Биотехнология»  
Профиль «Биотехнология»**

**Квалификация: бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021 г.**

Программа составлена:

заведующим кафедрой органической химии д.х.н., профессором РАН  
А.Е. Щекотихиным, к.х.н., доцентом И.О. Акчуриным.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры органической химии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_» \_\_\_ 2021 г., протокол № \_

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |  |
|---|--|
| 1. Цели и задачи дисциплины .....   | 364                                    |
| 2. Требования к результатам освоения дисциплины.....  | 364                                    |
| 3. Объем учебной дисциплины.....  | 365                                    |
| 4. Содержание дисциплины.....   | 366                                    |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения.....  | 366                                    |
| 4.2. Содержание разделов дисциплины .....   | 367                                    |
| 5. Соответствие содержания дисциплины компетенциям бакалавра .....  | 371                                    |
| 6. практические и лабораторные занятия.....   | 372                                    |
| 6.1. Практические занятия .....   | 372                                    |
| 6.2. Лабораторные занятия .....   | 373                                    |
| 7. Самостоятельная работа .....   | 373                                    |
| 8. Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины .....   | 373                                    |
| 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).....  | 377                                    |
| 8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины ..                                     | 377                                    |
| 8.3. Структура и пример экзаменационных билетов.....  | 378                                    |
| 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....   | 380                                    |
| 9.1. Рекомендуемая литература .....   | 380                                    |
| 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.....   | 380                                    |
| 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.....  | 381                                    |
| 10. Методические указания для обучающихся.....  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 11. Методические указания для преподавателей.....   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе                                       | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....  | 399                                    |
| 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе.....   | 400                                    |
| 13.2. Учебно-наглядные пособия.....   | 400                                    |
| 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, программные и аудиовизуальные средства.....                | 401                                    |
| 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы.....  | 401                                    |
| 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения .....   | 401                                    |
| 14. Требования к оценке качества освоения программ .....  | 403                                    |
| 15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья..... | 404                                    |

### 3. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология», профиль «Биотехнология» рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой органической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Органическая химия в биотехнологии» относится к базовой части блока 1 дисциплин учебного плана (Б1.В.15). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математических и естественнонаучных дисциплин (курсов высшей математики, общей и неорганической химии, органической химии).

**Цель дисциплин** – приобретение студентами знаний о строении органических соединений производных углеводов, их основных химических свойствах и методах их получения, как промышленных, так и лабораторных.

**Задачи дисциплины** – формирование представлений о теоретических основах современной органической химии, о физических и химических свойствах, методах получения производных углеводов; приобретение навыков применения теоретических законов к решению практических задач химической технологии органических веществ; ознакомление студентов с теоретическими представлениями органической химии; ознакомление с химическими свойствами основных классов органических соединений, включая гетероциклические, элементоорганические, биоорганические; обучение основным методам планирования синтеза органических соединений производных углеводов на основе полученных знаний об основных химических свойствах классов органических соединений; обучение основным методам идентификации органических соединений как по совокупности химических свойств, так и включая спектральные методы исследования органических соединений.

Дисциплина «Органическая химия в биотехнологии» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

### 4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение курса «Органическая химия в биотехнологии» при подготовке бакалавров по направлению 19.03.01 «Биотехнология», способствует приобретению следующих профессиональных компетенций (ПК):

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1);

- способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);
- способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- теоретические основы строения и свойств основных классов производных углеводородов;
- способы получения и химические свойства основных классов производных углеводородов;
- основные механизмы протекания органических реакций;

*Уметь:*

- применять теоретические знания для синтеза органических соединений основных классов производных углеводородов;
- анализировать и предсказывать реакционные свойства производных углеводородов;
- составлять схемы синтеза производных углеводородов, заданного строения;

*Владеть:*

- основами номенклатуры и классификации производных углеводородов;
- основными теоретическими представлениями в органической химии;
- навыками обоснования рациональных способов получения производных углеводородов.

### 3. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Вид учебной работы                             | Всего       |              | Семестр     |              |
|--|-------------|--------------|-------------|--------------|
|  |             |              | 3 семестр   |              |
|  | ЗЕ          | Акад<br>. ч. | ЗЕ          | Акад<br>. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>5</b>    | <b>180</b>   | <b>5</b>    | <b>180</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1.78</b> | 64           | <b>1.78</b> | 64           |
| Лекции   | 0.89        | 32           | 0.89        | 32           |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0.89        | 32           | 0.89        | 32           |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -           | -            | -           | -            |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2.22</b> | <b>80</b>    | <b>2.22</b> | <b>80</b>    |
| Контактная самостоятельная работа              | 2.22        | -            | 2.22        | -            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 80           |             | 80           |
| <b>Вид контроля:</b>                           |             |              |             |              |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>    | <b>36</b>    | <b>1</b>    | <b>36</b>    |

|  |   |                |      |   |      |
|--|---|----------------|------|---|------|
| Контактная работа – промежуточная аттестация | – | 1              | 0.4  | 1 | 0.4  |
| Подготовка к экзамену.                       |   |                | 35.6 |   | 35.6 |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               |   | <b>Экзамен</b> |      |   |      |

| Вид учебной работы                             | Всего       |                | Семестр<br>3 семестр |             |
|--|-------------|----------------|----------------------|-------------|
|  | ЗЕ          | Астр.<br>ч.    | ЗЕ                   | Астр.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>5</b>    | <b>135</b>     | <b>5</b>             | <b>135</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1.78</b> | 48             | <b>1.78</b>          | 48          |
| Лекции   | 0.89        | 24             | 0.89                 | 24          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0.89        | 24             | 0.89                 | 24          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -           | -              | -                    | -           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2.22</b> | <b>60</b>      | <b>2.22</b>          | <b>60</b>   |
| Контактная самостоятельная работа              | 2.22        | -              | 2.22                 | -           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 60             |                      | 60          |
| <b>Вид контроля:</b>                           |             |                |                      |             |
| Экзамен  | <b>1</b>    | <b>27</b>      | <b>1</b>             | <b>27</b>   |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1           | 0.3            | 1                    | 0.3         |
| Подготовка к экзамену.                         |             | 26.7           |                      | 26.7        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             | <b>Экзамен</b> |                      |             |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

##### 4.1. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧЕНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

| №<br>п/п | Раздел дисциплины  | Часов |        |               |                |                |
|----------|--|-------|--------|---------------|----------------|----------------|
|          |  | Всего | Лекции | Прак.<br>Зан. | Лаб.<br>работы | Сам.<br>работы |
| 1        | Раздел 1. «<br>Металлорганические соединения.<br>Галогенопроизводные.<br>Спирты, фенолы, простые эфиры.» | 58    | 18     | 16            | -              | 24             |

|     |   |     |    |    |   |    |
|-----|---|-----|----|----|---|----|
| 1.1 | Металлорганические соединения.  | 8   | 2  | 2  | - | 4  |
| 1.2 | Галогенопроизводные   | 14  | 5  | 4  | - | 5  |
| 1.3 | Спирты  | 13  | 5  | 4  | - | 4  |
| 1.4 | Фенолы  | 9   | 3  | 2  | - | 4  |
| 1.5 | Простые эфиры   | 7   | 1  | 2  | - | 4  |
| 1.6 | Эпоксисоединения  | 7   | 2  | 2  | - | 3  |
| 2   | Раздел 2. «Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их функциональные производные» | 49  | 12 | 12 | - | 25 |
| 2.1 | Альдегиды и кетоны  | 17  | 4  | 4  | - | 9  |
| 2.2 | Карбоновые кислоты  | 16  | 4  | 4  | - | 8  |
| 2.3 | Функциональные производные карбоновых кислот                                      | 16  | 4  | 4  | - | 8  |
| 3   | Раздел 3. «Азотсодержащие соединения»   | 37  | 6  | 8  | - | 23 |
| 3.1 | Нитросоединения   | 10  | 1  | 1  | - | 8  |
| 3.2 | Амины   | 14  | 3  | 4  | - | 7  |
| 3.3 | Аза- и diaзосоединения  | 13  | 2  | 3  | - | 8  |
|     | Итого   | 144 | 36 | 36 | - | 72 |
|     | Экзамен   | 36  | -  | -  | - | -  |
|     | Итого   | 180 | 36 | 36 | - | 72 |

#### 4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Раздел 1. Галогенопроизводные. Спирты, фенолы, простые эфиры.

###### 2.1. Металлорганические соединения

Типы связей в элементарноорганических соединениях. Характеристика связей углерод-элемент в зависимости от положения элемента в Периодической системе элементов. Металлорганические соединения. Номенклатура. Способы получения литий- и магнийорганических соединений. Реакция Гриньяра, механизм. Строение реактивов Гриньяра. Их реакции с соединениями, содержащими активный атом водорода: кислотами, спиртами, аминами. Реакции с карбонильными соединениями (диоксидом углерода, альдегидами, кетона). Реакция Гриньяра с галогенидами различных элементов как метод получения элементарноорганических соединений. Применение литийорганических соединений в органическом синтезе.

###### 2.2. Галогенопроизводные

Классификация. Номенклатура.

Алкил- и аллилгалогениды. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции нуклеофильного замещения и отщепления. Понятие нуклеофильности и основности реагентов. Амбидентные нуклеофильные реагенты.

Бимолекулярный механизм нуклеофильного замещения ( $S_N2$ ). Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных: строение субстрата, характер уходящей группы, сила нуклеофильного реагента, природа растворителя. Стереохимия реакций  $S_N2$ .

Мономолекулярный механизм нуклеофильного замещения. Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных: строение субстрата, природа нуклеофильного агента и растворителя. Ацидофильный катализ. Стереохимия реакций  $S_N1$ .

Реакции отщепления.  $\beta$ -Элиминирование. Механизмы  $E1$  и  $E2$ . Бимолекулярный механизм отщепления ( $E2$ ). Влияние отдельных факторов (структура субстрата, природа реагента и растворителя, температура) на реакционную способность галогеналканов. Стереохимия реакций  $E2$ . Направление реакций отщепления: правила Зайцева и Гофмана. Факторы, влияющие на направление реакций отщепления: устойчивость алкена и стерические эффекты. Конкуренция реакций  $S_N1$  и  $E1$ ,  $S_N2$  и  $E2$ .

Винилгалогениды. Способы получения. Особенности связи углерод-галоген. Реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения, элиминирования, электрофильного присоединения.

Ароматические галогенопроизводные. Особенности связи углерод-галоген и реакции замещения галогена. Механизм замещения галогена в активированных галогенаренах ( $S_N2$  аром). Неактивированные галогенопроизводные ароматических углеводородов; ариновый механизм замещения галогена.

### 2.3. Спирты.

Одноатомные спирты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в спиртах, влияние на физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. ОН-Кислотность: образование алколюлятов, их строение и свойства. Основность и нуклеофильность спиртов и алкоксид-ионов: реакции алкилирования. Получение сложных эфиров органических и неорганических кислот. Реакции нуклеофильного замещения спиртов: особенности реакций  $S_N1$  и  $S_N2$ , реакционная способность, стереохимия, перегруппировки. Реакции элиминирования. Внутримолекулярная дегидратация: механизм, реакционная способность, направление отщепления. Правило Зайцева. Каталитическая дегидратация. Реакции спиртов с галогенидами фосфора и серы: механизмы и стереохимия. Окисление и дегидрирование. Применение в промышленности.

### 2.4. Фенолы

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и

электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Реакции гидроксигруппы. Кислотность. Влияние заместителей в кольце на кислотность. Образование феноксидов, их строение и свойства. Реакции алкилирования и ацилирования. Реакции ароматического ядра: галогенирование, нитрование, сульфирование, нитрозирование. Реакция Кольбе. Взаимодействие с формальдегидом. Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы. Фенольные стабилизаторы полимерных материалов. Перегруппировки аллиловых и сложных эфиров фенолов.

#### 2.5. Простые эфиры

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Основность. Реакции расщепления: механизмы и направление реакций расщепления. Окисление кислородом воздуха.

#### 2.6. Эпоксисоединения

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение этиленоксида. Химические свойства. Реакции с раскрытием эпоксидного кольца. Механизмы реакций и направление раскрытия кольца.

### **Раздел 2. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные.**

#### 2.1. Альдегиды и кетоны

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Основность. Реакции нуклеофильного присоединения: механизм, основной и кислотный катализ, стереохимия. Реакции присоединения O-нуклеофилов (вода, спирты, алкоголяты), S-нуклеофилов (гидросульфит натрия), C-нуклеофилов (циановодород, металлоорганические соединения - соединения Li, Na, Mg, реактивы Виттига). Получение аллиловых и пропаргиловых спиртов. Реакции с N-нуклеофилами: механизм нуклеофильного присоединения-отщепления (аммиак, первичные и вторичные амины, гидросиламин, гидразины). Относительная реакционная способность альдегидов и кетонов. Реакции с участием  $\alpha$ -водородных атомов. СН-Кислотность и кето-енольная таутомерия. Енолизация. Реакции  $\alpha$ -галогенирования. Альдольное присоединение, кротоновая конденсация. Механизмы реакций. Конденсация Кляйзена. Реакция Перкина, ее механизм. Реакции окисления. Реакция Канниццаро, ее механизм. Восстановление до спиртов и углеводов; стереохимия. Реакции ароматических альдегидов и кетонов с участием ароматического ядра.

2.2 Одноосновные карбоновые кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в карбоновых кислотах. Физические свойства. Химические свойства. ОН-Кислотность. Зависимость между строением и кислотностью. Основность карбоновых кислот. Реакции с нуклеофильными реагентами (аммиак, спирты).

Реакция этерификации, ее механизм. Образование галогенангидридов. Реакции карбоновых кислот с участием  $\alpha$ -углеродных атомов:  $\alpha$ -галогенирование. Восстановление. Реакции декарбоксилирования. Лекарственные препараты: химическое происхождение и продуцирование микроорганизмами.

2.3 Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды (ацилгалогениды), ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Способы получения. Особенности пространственного и электронного строения. Важнейшие свойства. Реакции N- и O-ацилирования. их механизмы. Относительная реакционная способность функциональных производных карбоновых кислот. Кислотный и основной катализ. Реакции гидролиза. Восстановление. Практическое применение карбоновых кислот и их функциональных производных.

Многоосновные карбоновые кислоты. Дикарбоновые кислоты жирного и ароматического ряда. Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. ОН-Кислотность. Образование функциональных производных. Реакции, протекающие при нагревании. Циклические ангидриды: получение, свойства.

Малоновый эфир. Получение. Строение, СН-Кислотность. Натриймалоновый эфир: строение, реакции алкилирования, гидролиза, декарбоксилирования. Синтезы карбоновых кислот из малонового эфира. Реакции конденсации малонового эфира и малоновой кислоты с альдегидами.

Аминокислоты. Способы получения. Строение. Важнейшие физические и химические свойства. Пептидные связи. Биотехнология.

### **Раздел 3. Азотсодержащие соединения.**

#### **3.1. Нитросоединения**

Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Таутомерия первичных и вторичных алифатических нитросоединений. Причины подвижности атома водорода при  $\alpha$ -углеродном атоме. СН-Кислотность первичных и вторичных нитроалканов и жирно-ароматических нитросоединений. Реакции со щелочами. Строение солей. Ароматические нитросоединения. Реакции восстановления, их практическое значение. Применение в промышленности; токсичность нитросоединений.

#### **3.2. Амины**

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Строение и основность. Реакции с кислотами, строение солей, их номенклатура и свойства. Алкилирование и ацилирование; механизмы этих реакций. Четвертичные аммониевые соли и основания: получение, строение, свойства; расщепление четвертичных аммониевых оснований, направление реакций. Правило Гофмана. Енамины: алкилирование

енаминов, сопряженное присоединение енаминов к  $\alpha,\beta$ -ненасыщенным карбонильным соединениям. Реакции аминов с азотистой кислотой. Особенности реакций электрофильного замещения в ароматических аминах (нитрование, галогенирование, сульфирование).

### 3.3 Аза- и диазосоединения

Получение диазосоединений реакцией диазотирования: условия проведения реакции и механизм; различия в устойчивости насыщенных и ароматических диазосоединений. Физические свойства. Пространственное и электронное строение ароматических диазосоединений в зависимости от pH среды, таутомерные превращения. Химические свойства. Реакции, протекающие с выделением азота: замещение диазониевой группы на гидрокси-, алкоксигруппу, фтор, иод. Реакции радикального замещения диазогруппы на хлор, бром, цианогруппу, водород. Реакции, протекающие без выделения азота: восстановление до арилгидразинов. Азосочетание. Получение и применение азосоединений.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

| № | Компетенции   | Мо-<br>дуль<br>1 | Мо-<br>дуль<br>2 | Мо-<br>дуль<br>3 |
|---|---|------------------|------------------|------------------|
|   | В результате освоения дисциплины студент должен:  |                  |                  |                  |
|   | <b>Знать:</b>   |                  |                  |                  |
| 1 | теоретические основы строения и свойств основных классов производных углеводов                            | +                | +                | +                |
| 2 | способы получения и химические свойства основных классов производных углеводов                            | +                | +                | +                |
| 3 | основные механизмы протекания органических реакций  | +                | +                | +                |
|   | <b>Уметь:</b>   |                  |                  |                  |
| 4 | применять теоретические знания для синтеза органических соединений основных классов производных углеводов | +                |                  |                  |
| 5 | анализировать и предсказывать реакционные свойства производных углеводов                                  |                  | +                | +                |
| 6 | составлять схемы синтеза производных углеводов, заданного строения  |                  | +                | +                |
|   | <b>Владеть:</b>   |                  |                  |                  |
| 7 | основами номенклатуры и классификации производных углеводов   | +                |                  |                  |
| 8 | основными теоретическими представлениями в органической химии   | +                |                  |                  |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 9   | навыками обоснования рациональных способов получения производных углеводов  | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции: |   |   |   |   |
| <i>Профессиональные компетенции:</i>  |   |   |   |   |
| 10  | способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1) | + | + | + |
| 11  | способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4)  | + | + | + |
| 12  | способность работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8)  |   |   | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

**Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 36 акад. ч.**

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                          | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | 1.1                  | Металлорганические соединения                      | 2    |
| 2     | 1.2                  | Галогенопроизводные                                | 2    |
| 3     | 1.2                  | Галогенопроизводные                                | 2    |
| 4     | 1.3                  | Контрольная работы №1. Спирты                      | 2    |
| 5     | 1.3                  | Спирты   | 2    |
| 6     | 1.4                  | Фенолы   | 2    |
| 7     | 1.4, 1.5, 1.6        | Фенолы. Простые эфиры. Эпоксисоединения            | 2    |
| 8     |                      | Контрольная работа №2                              | 2    |
| 9     | 2.1                  | Альдегиды и кетоны                                 | 2    |
| 10    | 2.1                  | Альдегиды и кетоны                                 | 2    |
| 11    | 2.2, 2.3             | Карбоновые кислоты и их функциональные производные | 2    |
| 12    |                      | Контрольная работа №3                              | 2    |
| 13    | 3.1                  | Нитросоединения                                    | 2    |
| 14    | 3.2                  | Амины  | 2    |
| 15    | 3.3                  | Дiazосоединения                                    | 2    |
| 16    |                      | Контрольная работа №4                              | 2    |

## 6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Учебной программой дисциплины «Органическая химия в биотехнологии» лабораторные занятия не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Органическая химия в биотехнологии» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 академических часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Программой дисциплины «Органическая химия» реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

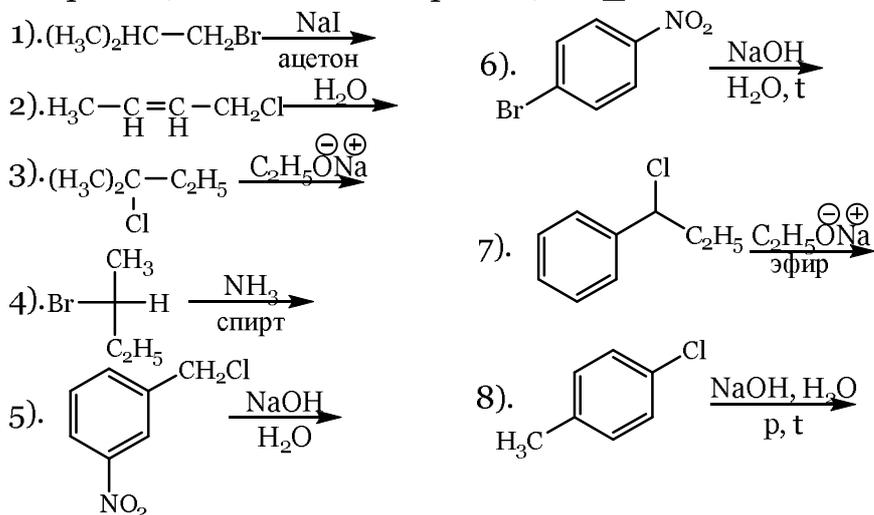
### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 составляет по 4 балла, за

контрольную работу 2 – 16 баллов, за контрольные работы 3 и 4 составляет по 20 баллов за каждую работу.

### Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 4 балла.

Закончите уравнения реакций с учётом стереохимического результата. Приведите механизм реакции 4.

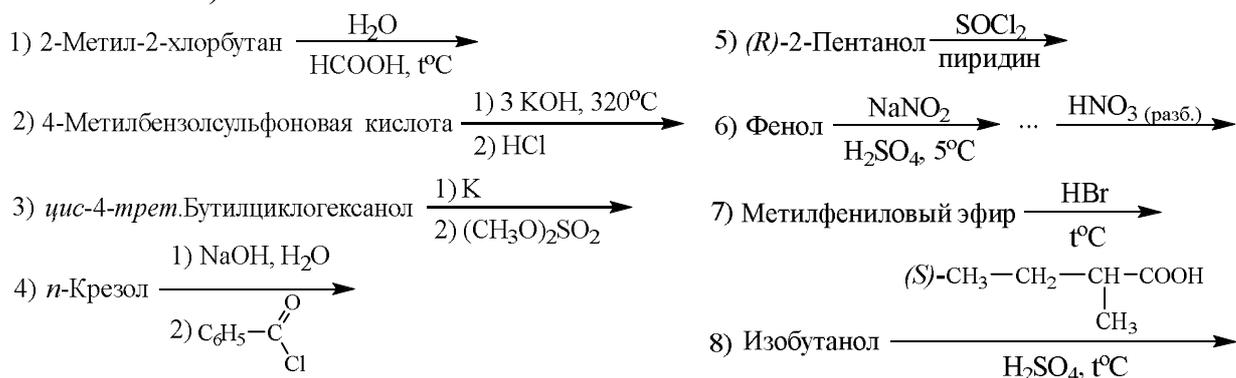


Оценка заданий:

| № задания    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | Σ |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| Оценка, балл | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 1,2 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 4 |

### Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 16 баллов.

I. Напишите реакции (0,4 балла). Назовите полученные соединения (0,1 балл).



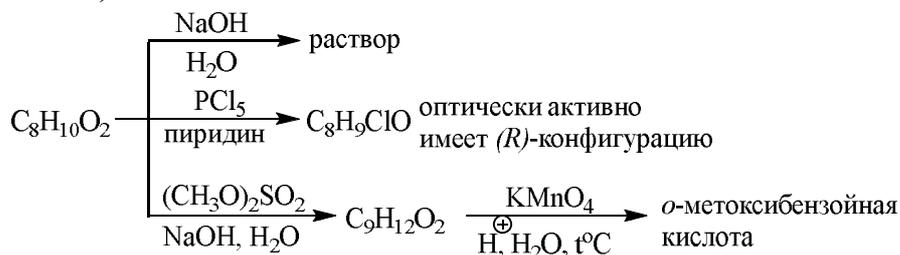
II. Приведите механизмы следующих реакций (3 балл).

- 1) Фенолят натрия  $\xrightarrow[\text{p, } 125^{\circ}\text{C}]{\text{CO}_2}$
- 2) *n*-Нитрохлорбензол  $\xrightarrow[\text{t}^{\circ}\text{C}]{\text{NaOH, H}_2\text{O}}$
- 3) 2,3-Диметилоксиран  $\xrightarrow[\text{t}^{\circ}\text{C}]{\text{CH}_3\text{NH}_2}$

III. Осуществите следующие превращения (6 балла).

- 1) Бензол и 1-бутен  $\longrightarrow$  2-Фенил-2-бутанол
- 2) (*R*)-2-Пентанол  $\longrightarrow$  (*S*)-2-Нитропентан
- 3) Йодбензол  $\longrightarrow$  4-Нитроэтоксibenзол

IV. Установите строение соединения и напишите для него все указанные реакции (3 балла).



Оценка заданий:

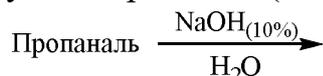
| № задания    | 1 | 2 | 3 | 4 | Σ  |
|--------------|---|---|---|---|----|
| Оценка, балл | 4 | 3 | 6 | 3 | 16 |

**Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка 20 баллов.**

Напишите реакции, назовите полученные соединения (6 баллов).

1. 2-Бутанол  $\xrightarrow[280^{\circ}\text{C}]{\text{Cu}}$
2. Пропин  $\xrightarrow[\text{HgSO}_4]{\text{H}_2\text{O, H}_2\text{SO}_4}$
3. Пропаналь  $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaHSO}_3}$
4. Бутанон  $\xrightarrow{\text{Ph}_3\text{P}^{\oplus}\text{-CH}^{\ominus}\text{-CH}_3}$
5. Уксусная кислота  $\xrightarrow{\text{SOCl}_2}$
6. Пропаналь  $\xrightarrow[\text{H}^{\oplus}]{2 \text{ CH}_3\text{OH}}$
7. Толуол  $\xrightarrow[\text{AlCl}_3, \text{CuCl}]{\text{CO, HCl}}$
8. Циклогексанон  $\xrightarrow{\text{NH}_2\text{-NH}_2} \dots \xrightarrow[\text{t}^{\circ}\text{C}]{\text{KOH}_{(\text{тв})}}$
9. 2-Метилпропаналь  $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{KOH}}$
10. Уксусная кислота  $\xrightarrow[\text{t}^{\circ}\text{C}]{\text{CH}_3\text{-NH}_2}$

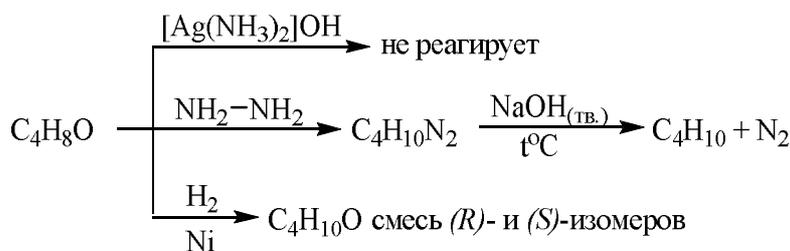
II. Приведите механизм следующей реакции (3 балла).



III. Осуществите следующие превращения (7 баллов).

1. Этилен  $\longrightarrow$  Масляная кислота
2. Бензол  $\longrightarrow$  Бензальанилин

IV. Установите строение соединения и напишите для него все указанные реакции (4 балла).

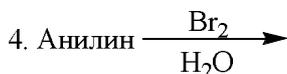
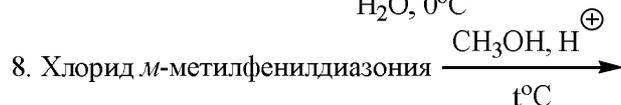
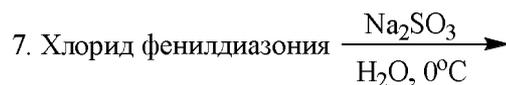
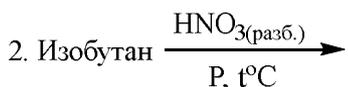
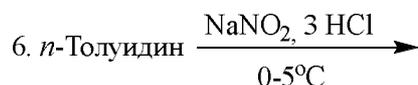
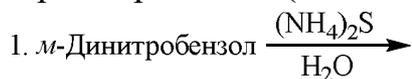


Оценка заданий:

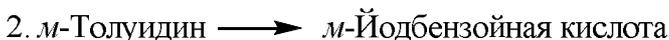
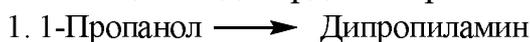
| № задания    | 1 | 2 | 3 | 4 | Σ  |
|--------------|---|---|---|---|----|
| Оценка, балл | 6 | 3 | 7 | 4 | 10 |

**Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка 20 баллов.**

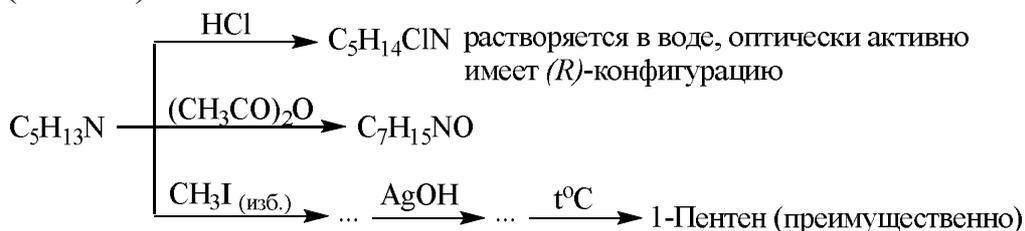
**I.** Напишите реакции, назовите полученные соединения (6 баллов). Приведите механизм реакции № 6, объясните влияние заместителя в бензольном кольце на скорость реакции (4 балла).



**II.** Осуществите следующие превращения. Предложите химические реакции, позволяющие подтвердить строение полученных соединений (6 баллов).



**III.** Установите строение соединения и напишите для него все указанные реакции (4 балла).



Оценка заданий:

| № задания    | 1  | 2 | 3 | Σ  |
|--------------|----|---|---|----|
| Оценка, балл | 10 | 6 | 4 | 20 |

### 8.3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ЭКЗАМЕН)

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Билет для экзамена содержит 4 вопроса. Первый вопрос – 15 баллов, второй – 8 баллов, третий – 10 баллов, четвертый – 7 баллов.

#### 8.3.1. ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Максимальное количество баллов за экзамен- 40 баллов.**

##### Вопрос №1.

Закончите уравнения реакций, дайте названия полученным соединениям, для продуктов реакций, обозначенных \* приведите стереохимический результат.

1. Этилмагниийодид  $\xrightarrow{\text{CH}_3\text{COOH}}$
2. Метилмагниийодид  $\xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$
3. Этилмагниийбромид  $\xrightarrow{\text{ацетон}}$  ...  $\xrightarrow[\text{HCl}]{\text{H}_2\text{O}}$
4. Фенилмагниийбромид  $\xrightarrow{\text{этаналь}}$  ...  $\xrightarrow[\text{HCl}]{\text{H}_2\text{O}}$
5. Бутиллитий  $\xrightarrow{\text{CH}_3\text{OH}}$

##### Вопрос №2.

Напишите механизмы реакций, для реакций обозначенных \* приведите стереохимический результат.

1. \*(S)-2-Бромбутан  $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}$
2. n-Нитрохлорбензол  $\xrightarrow[\text{t}^\circ\text{C}]{\text{NaOH, H}_2\text{O}}$
3. 1-Пропанол  $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, \text{t}^\circ\text{C}]{\text{KBr}}$
4. \*(R)-2-Пентанол  $\xrightarrow[\text{эфир, t}^\circ\text{C}]{\text{SOCl}_2}$
5. \*(S)-2-Пентанол  $\xrightarrow[\text{пиридин, t}^\circ\text{C}]{\text{SOCl}_2}$

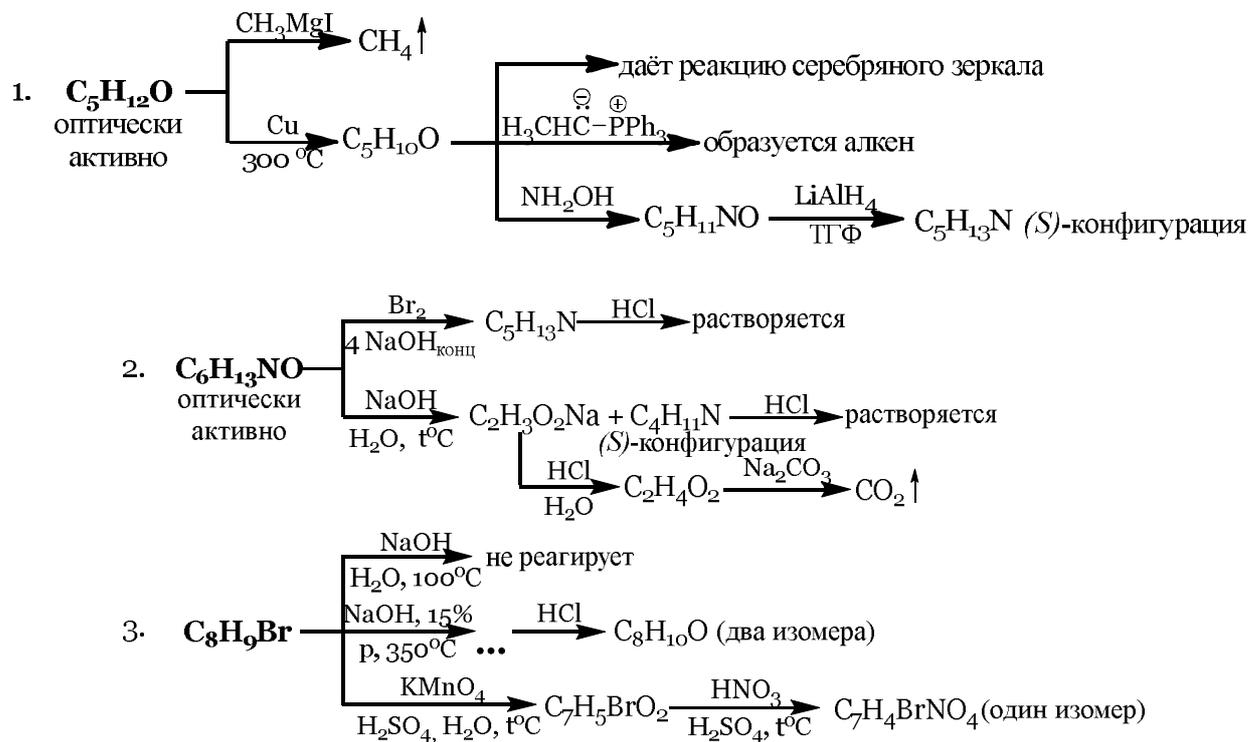
##### Вопрос №3.

Осуществите превращения, используя только неорганические реагенты.

1. Бензол и метан  $\longrightarrow$  бензальанилин (бензилиденанилин)
2. Этилен  $\longrightarrow$  1-бутанол (примените реакцию Гриньяра)
3. Толуол  $\longrightarrow$  фенилуксусная кислота
4. Этилен  $\longrightarrow$  этиловый эфир  $\alpha$ -аланина (2-аминопропановой кислоты)
5. Бензол  $\longrightarrow$  адипиновая (1,6-гександиовая) кислота

Вопрос №4.

Установите строение соединения, напишите указанные реакции.



Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. СТРУКТУРА И ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

Экзамен по дисциплине «Органическая химия в биотехнологии» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 15 баллов, второй – 8 баллов, третий – 10 баллов, четвертый вопросы – 7 баллов.

Пример экзаменационного билета:

«Утверждаю»

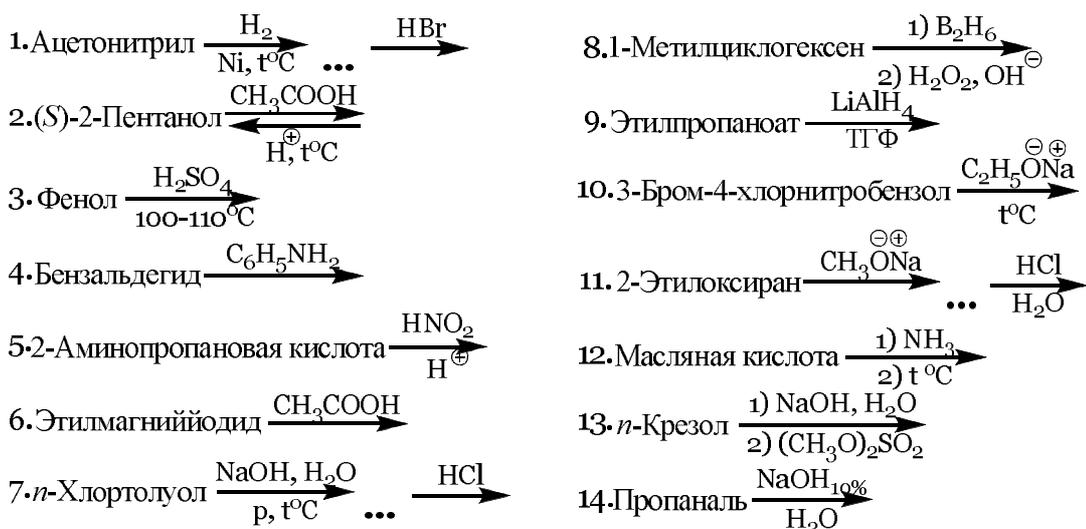
\_\_\_\_\_ (Должность, наименование кафедры)

\_\_\_\_\_ (Подпись) \_\_\_\_\_ (И. О. Фамилия)

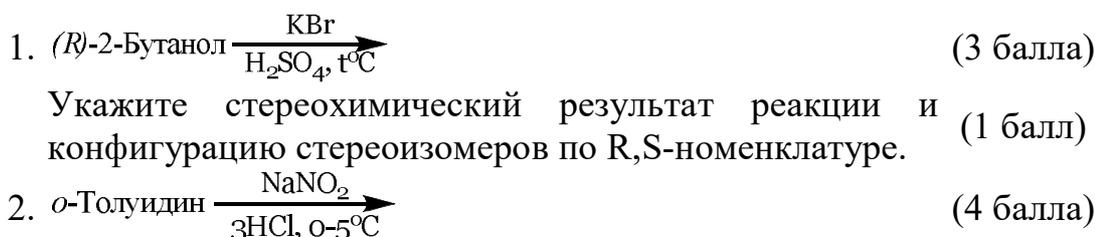
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Министерство науки и высшего образования РФ  
Российский химико-технологический университет им.  
Д.И. Менделеева  
Кафедра органической химии  
19.03.01 «Биотехнология», профиль «Биотехнология»  
Органическая химия в биотехнологии

**I. Напишите уравнения реакций, назовите полученные соединения (14 баллов). Для реакции 2 укажите стереохимический результат (1 балл):**



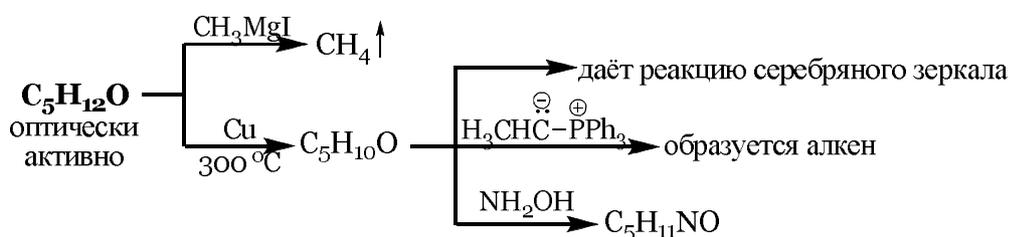
**II. Приведите механизмы следующих реакций (8 баллов):**



**III. Приведите схемы превращений (10 баллов):**



**IV. Установите строение соединения (2 балла). Напишите все указанные реакции (5 баллов):**



Оценка заданий:

|              |    |   |    |   |    |
|--------------|----|---|----|---|----|
| № задания    | 1  | 2 | 3  | 4 | Σ  |
| Оценка, балл | 15 | 8 | 10 | 7 | 40 |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### *А. Основная литература*

6. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. 1. 368 с.
7. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. II. 517 с.
8. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Бином. Лаборатория знаний, 2013. Т. III. 388 с.
9. Органическая химия. Задания для подготовки к контрольным работам/ А. М. Борунов, Л. С. Красавина, Н. Я. Подхалюзина, А. Е. Щекотихин. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017. 88 с.

#### *Б. Дополнительная литература*

- 6.Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Академкнига, 2004. Т. 1. 727 с.
7. Травень В.Ф. Органическая химия. М.; Академкнига, 2004. Т.2. 582 с.
- 8.Органическая химия. Задания для подготовки к контрольным работам. РХТУ им. Д.И. Менделеева. М.; 2001. 72 с.
9. Буянов В.Н., Манакова И.В., Таршиц Д.Л. Органическая химия: задания для подготовки к контрольным работам: Учебное пособие / М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 299 с.

### 9.2. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

#### Научно-технические журналы:

- Журнал «Известия АН. Серия химическая» ISSN 0002-3353
- Журнал «Mendeleev Communications» ISSN 0959-9436
- Журнал «Журнал органической химии» ISSN 0514-7492

#### Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

[http:// www.elibrary.ru.ru](http://www.elibrary.ru.ru)

[http:// www.sciencedirect.com.ru](http://www.sciencedirect.com.ru)

### 9.3. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: размещены на странице кафедры, на сайте университета <https://muctr.ru/university/edu-dep/fen/departments/koh/metod/>

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 20.02.2020).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 20.02.2020).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 20.02.2020).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 20.02.2020).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.02.2020).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 20.02.2020).

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 10.1. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Методические рекомендации по организации учебной работы студентов направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс «Органическая химия в биотехнологии» включает 3 модуля, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого модуля рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого из трех модулей заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ № 1 – 4 баллов, № 2 – 16 баллов, № 3 и 4 каждая по 20 баллов.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка на экзамене составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (контрольные работы) и полученных на экзамене. Максимальная общая оценка по дисциплине составляет 100 баллов.

## **10.2. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **11.1. ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты имеют опыт изучения курса «Органическая химия», а следовательно, опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и

определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом. При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории. Также необходимо указывать на взаимосвязь теоретического и практического материала, связывать теоретический материал с конкретными примерами синтезов, воспроизводимых во время лабораторного практикума. Отдельное внимание следует уделять взаимосвязи органической химией и биотехнологией. В частности в разделе аминокислот акцентировать внимание на природе пептидных связей. Показать примеры синтеза лекарственных препаратов химического происхождения и альтернативно продуцирование микроорганизмами.

При преподавании дисциплины «Органическая химия в биотехнологии» используется два типа учебных занятий: лекции, практические занятия. На практических занятиях разбираются примеры и закрепляется лекционный материал

Текущий контроль усвоения дисциплины рекомендуется осуществлять с помощью контрольных работ. Итоговый контроль осуществляется посредством сдачи письменного экзамена.

#### **11.2. ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видеолекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме,

предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР);

- учебные курсы, интегрированные в LMS Moodle, контактные часы по которым могут быть исключены, изучаются обучающимися самостоятельно при минимальном участии преподавателя (консультации в режиме форума или в режиме вебинара).

## 12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором |
|---|--------------------|---|---|
|---|--------------------|---|---|

|   |            | договора,<br>количество<br>ключей   |   |
|---|------------|---|---|
| 1 | ЭБС «Лань» | <p>Принадлежность -<br/>сторонняя<br/>Реквизиты<br/>договора - ООО<br/>«Издательство<br/>«Лань», договор<br/>№29.01-3-2.0-<br/>827/2018<br/>от 26.09.2018 г.<br/>Сумма договора –<br/>357 000-00</p> <p>С «26» сентября<br/>2018г. по «25»<br/>сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт<br/>ЭБС –<br/><a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество<br/>ключей - доступ<br/>для всех<br/>пользователей<br/>РХТУ с любого<br/>компьютера.</p> | <p>Электронно-библиотечная<br/>система издательства "Лань" —<br/>ресурс, включающий в себя как<br/>электронные версии книг<br/>ведущих издательств учебной и<br/>научной литературы (в том числе<br/>университетских издательств),<br/>так и электронные версии<br/>периодических изданий по<br/>различным областям знаний.<br/>ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет<br/>пользователям мобильное<br/>приложение для iOS и Android, в<br/>которых интегрированы<br/>бесплатные сервисы для<br/>незрячих студентов и синтезатор<br/>речи.<br/><b>Коллекции:</b> «Химия» - изд-ва<br/>НОТ, «Химия» -<br/>изд-ва Лаборатория знаний,<br/>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ»,<br/>«Химия»-КНИТУ (Казанский<br/>национальный<br/>исследовательский<br/>технологический университет),<br/>«Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ,<br/>«Информатика» - изд-ва "Лань",<br/>Национальный Открытый<br/>Университет"ИНТУИТ",<br/>"Инженерно-технические науки"<br/>изд-ва "Лань".</p> <hr/> <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва<br/>НОТ, «Химия» -<br/>изд-ва Лаборатория знаний,<br/>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ»,<br/>«Химия»-КНИТУ (Казанский</p> |
|   | ЭБС «ЛАНЬ» | <p>Принадлежность -<br/>сторонняя</p>   |   |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  |  | <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2020г. Сумма договора – 642 083-68</p> <p><b>С «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2020г.</b></p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | <p>национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> <hr/> |
|--|--|---|---|

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 2. | <p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p> | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>   | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |
| 3  | <p>Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>    | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб.</p> <p>С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p> <p>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p> | <p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).        | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г.<br/>Сумма договора - 299130-00</p> <p>С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru/">http://diss.rsl.ru/</a><br/>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>               | <p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки:</p> <p>с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки";</p> <p>с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации;</p> <p>с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.</p> |
| 5 | ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г.<br/>Сумма договора - 934 693-00</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-</p> | <p>Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки</p>   |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   |  | адресам<br>неограничен.  |  |
| 6 | БД ВИНТИ<br>РАН  | <p>Принадлежность<br/>сторонняя<br/>Договор №<br/>5Д/2018 от<br/>01.02.2018 г.<br/>Сумма договора -<br/>24000-00</p> <p>С «02» февраля<br/>2018 г. по<br/>«05» мая 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a></p> <p>Количество<br/>ключей –<br/>локальный доступ<br/>для пользователей<br/>РХТУ в ИБЦ<br/>РХТУ.</p> | <p>Крупнейшая в России баз<br/>данных по естественным,<br/>точным и техническим наукам.<br/>Включает материалы РЖ<br/>(Реферативного журнала)<br/>ВИНИТИ с 1981 г. Общий объем<br/>БД - более 28 млн. документов</p> |
| 7 | Справочно-<br>правовая<br>система<br>«Консультант+<br>», | <p>Принадлежность<br/>сторонняя,<br/>Договор № 45-<br/>70ЭА/2018 от<br/>09.07.2018 г.</p> <p>С «10» июля 2018<br/>г.<br/>по «09» июля 2020<br/>г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p>   | <p>Справочно-правовая система по<br/>законодательству Российской<br/>Федерации.</p>  |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>  |   |
| 8 | <p>Справочно-правовая система «Гарант»</p> | <p>Принадлежность сторонняя<br/> Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2020 г.</p> <p>С «28» января 2020 г. по «27» января 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Сумма договора - 512000-00<br/> Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p> | <p>Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>  |
| 9 | <p>Издательство Wiley</p>                  | <p>Принадлежность сторонняя.<br/> Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/> Сублицензионный договор</p>   | <p>Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.</p> |

|    |               |   |  |
|----|---------------|---|--|
|    |               | <p>№ Wiley/130 от 10.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>  |  |
| 10 | QUESTEL ORBIT | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.questel.orbit.com">http://www.questel.orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-</p> | <p>ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p> |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    |   | адресам<br>неограничен.  |  |
| 11 | ProQuest<br>Dissertation and<br>Theses Global | <p>Принадлежность<br/>сторонняя.<br/>Национальная<br/>подписка<br/>(Минобрнауки+<br/>ГПНТБ)<br/>Сублицензионный<br/>договор<br/>№ ProQuest/130 от<br/>09.10.2020 г.</p> <p>С «01» января<br/>2020 г. по<br/>«31» декабря 2020<br/>г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html">http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html</a></p> <p>Количество<br/>ключей – дост<br/>уп для<br/>пользователей<br/>РХТУ по ip-<br/>адресам<br/>неограничен.</p> | База данных ProQuest<br>Dissertation & Theses Global<br>(PQDT Global) авторитетная<br>коллекция из более 3,5 млн.<br>зарубежных диссертаций, более<br>1,7 млн. из которых<br>представлены в полном тексте. |
| 12 | American<br>Chemical<br>Society               | <p>Принадлежность<br/>сторонняя.<br/>Национальная<br/>подписка<br/>(Минобрнауки+<br/>ГПНТБ)<br/>Сублицензионный<br/>договор<br/>№ ACS/130 от<br/>25.10.2020 г.</p>   | Коллекция журналов по<br>химии и химической технологии<br>Core + издательства American<br>Chemical Society   |

|    |                                     |   |   |
|----|-------------------------------------|---|---|
|    |                                     | <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>  |   |
| 13 | American Institute of Physics (AIP) | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)   |
| 14 | База данных Reaxys и Reaxys         | Принадлежность сторонняя.   | Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    | Medicinal Chemistry<br>Компании Elsevier | <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <p>экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.</p> |
| 15 | Scopus                                   | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2020 г.</p> <p>С «01» июля 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>.</p> <p>Количество ключей – доступ</p>                         | <p>Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b></p>  |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    |  | для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.   |   |
| 16 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине. |

|     |   |   |  |
|-----|---|---|--|
| 17  | Royal Society of Chemistry<br>(Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя.<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ ГПНТБ)<br/>Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Коллекция включает 44 журнала.<br>Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.  |
| 18. | Электронные ресурсы издательства SpringerNature                 | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний.</li> <li>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group</li> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols</li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)</li> </ul> |

|     |   |   |   |
|-----|---|---|---|
|     |   | <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH</li> <li>- Nano Database</li> </ul>  |
| 19. | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)</p> <p>Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p> |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 20 | Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ)<br/>Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2020 г.</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://www.science-direct.com">https://www.science-direct.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p> | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.</p> <p>Доступ к архивам 2014-2018гг.</p> |
| 21 | ЭБС «Лань»                                       | <p>Принадлежность - сторонняя<br/>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2020 г.<br/>С «06» марта 2020г. по «25» сентября 2020г.<br/>Ссылка на сайт ЭБС –</p>   | Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.  |

|    |             |   |   |
|----|-------------|---|---|
|    |             | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a><br>Сумма договора – 73 247-39<br>Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.  |   |
| 22 | ЭБС «ЮРАЙТ» | Принадлежность - сторонняя<br>Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2020 г. С «11» января 2020 г. по «»10» января 2020 г.<br>Ссылка на сайт ЭБС - <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a><br>Сумма договора – 220 000-00 руб.<br>Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера. | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Органическая химия» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **13.1. ОБОРУДОВАНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная доской с мелом или маркером и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических (семинарских) занятий, оборудованная доской с мелом или маркером; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **13.2. УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ**

Комплекты шариковых моделей для демонстрации пространственного строения органических веществ.

### 13.3. КОМПЬЮТЕРЫ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ, ПРОГРАММНЫЕ И АУДИОВИЗУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Персональные компьютеры с выходом в интернет, принтеры, сканеры, копировальные аппараты.

### 13.4. ПЕЧАТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса и к практическим занятиям по дисциплине.

### 13.5. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

| № п/п | Наименование программного продукта                                | Реквизиты договора поставки  | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---|--|--|----------------------------------|
| 1     | Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)     | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г.                    |
| 2     | Операционная система Microsoft Windows 8.1 Professional (Russian) | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2020 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2020 г. | Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium | 03.04.2020 г.                    |
| 3     | Microsoft Visio Professional 2016 (Russian)                       | Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-  | Количество лицензий не ограничено согласно   | 03.04.2020 г.                    |

|   |   |   |  |                  |
|---|---|---|--|------------------|
|   |   | 171312 от<br>03.04.2020 г.,<br>действительно до<br>03.04.2020 г.,<br>счет №<br>0012522675 от<br>30.03.2020 г.   | условиям<br>подписки<br>Microsoft<br>Imagine<br>Premium  |                  |
| 4 | Microsoft Visio<br>Professional 2020<br>(Russian) | Подписка<br>Microsoft Imagine<br>Premium,<br>соглашение ИСМ-<br>171312 от<br>03.04.2020 г.,<br>действительно до<br>03.04.2020 г.,<br>счет №<br>0012522675 от<br>30.03.2020 г. | Количество<br>лицензий не<br>ограничено<br>согласно<br>условиям<br>подписки<br>Microsoft<br>Imagine<br>Premium | 03.04.2020<br>г. |
| 5 | Microsoft Access<br>2016 (Russian)                | Подписка<br>Microsoft Imagine<br>Premium,<br>соглашение ИСМ-<br>171312 от<br>03.04.2020 г.,<br>действительно до<br>03.04.2020 г.,<br>счет №<br>0012522675 от<br>30.03.2020 г. | Количество<br>лицензий не<br>ограничено<br>согласно<br>условиям<br>подписки<br>Microsoft<br>Imagine<br>Premium | 03.04.2020<br>г. |
| 6 | Microsoft Access<br>2020 (Russian)                | Подписка<br>Microsoft Imagine<br>Premium,<br>соглашение ИСМ-<br>171312 от<br>03.04.2020 г.,<br>действительно до<br>03.04.2020 г.,<br>счет №<br>0012522675 от<br>30.03.2020 г. | Количество<br>лицензий не<br>ограничено<br>согласно<br>условиям<br>подписки<br>Microsoft<br>Imagine<br>Premium | 03.04.2020<br>г. |
| 7 | Microsoft Office<br>Standard 2007                 | Государственный<br>контракт № 143-<br>164ЭА/2010 от<br>14.12.10, АКТ №  | 10   | бессрочная       |

|    |  |  |                                   |            |
|----|--|--|-----------------------------------|------------|
|    |  | Tr048787,<br>накладная №<br>Tr048787 от<br>20.12.10<br>Microsoft Open<br>License<br>Номер лицензии<br>42931328 |                                   |            |
| 8  | Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) WinRAR           | Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10        | 10                                | бессрочная |
| 9  | Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ChemOffice ultra | Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10        | 1                                 | бессрочная |
| 10 | Антивирус Kaspersky (Касперский)   | сублицензионный договор №дс1054/2016 г., Акт № 1061 от 30.11.2016 г.   | 10                                | 13.12.2018 |
| 11 | ACDLabs12.0 Academic Edition   | Бесплатная   | Количество лицензий не ограничено | бессрочная |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование модулей  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки                   |
|---|---|--|
| Раздел 1.<br>«Металлорганические соединения. Галогенопроизводные. Спирты, фенолы, простые | <i>Знает</i> теоретические основы строения и свойств различных основных классов производных углеводов; способы получения и химические свойства основных классов производных | Оценка за контрольные работы № 1 и 2.<br>Оценка на |

|   |   |   |
|---|---|---|
| эфир»   | <p>углеводородов; основные механизмы протекания органических реакций.</p> <p><i>Умеет</i> применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов.</p> <p><i>Владеет</i> основами номенклатуры и классификации органических соединений; основными теоретическими представлениями в органической химии; навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ.</p>  | экзамене.   |
| Раздел 2. «Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их функциональные производные» | <p><i>Знает</i> теоретические основы строения и свойств основных классов производных углеводородов; способы получения и химические свойства основных классов производных углеводородов; основные механизмы протекания органических реакций.</p> <p><i>Умеет</i> анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений; составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения.</p> <p><i>Владеет</i> основами номенклатуры и классификации органических соединений; основными теоретическими представлениями в органической химии; навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ.</p>        | Оценка за контрольные работы № 3. Оценка на экзамене. |
| Раздел 3. «Азотсодержащие соединения »  | <p><i>Знает</i> теоретические основы строения и свойств основных классов производных углеводородов; способы получения и химические свойства основных классов производных углеводородов; основные механизмы протекания органических реакций.</p> <p><i>Умеет</i> анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений; составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения.</p> <p><i>Владеет</i> основами номенклатуры и классификации производных углеводородов; основными теоретическими представлениями в органической химии; навыками обоснования рациональных способов получения производных углеводородов.</p> | Оценка за контрольные работы № 4. Оценка на экзамене. |

## 15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

## **15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Органическая химия в биотехнологии»**  
**основной образовательной программы**  
 19.03.01 «Биотехнология»  
 «Основная образовательная программа высшего образования – программа  
 бакалавриата»

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                    |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| 1.                                |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__от<br>«__»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__от<br>«__»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы проектирования и оборудование биотехнологических  
производств»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена:  
к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии С.В. Калёновым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств» относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии и основ биотехнологии, а также процессов и аппаратов химической технологии.

Дисциплина «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств» является завершающей в системе подготовки бакалавров и имеет своей **целью** ознакомление студентов с основами проектирования предприятий биотехнологической промышленности и отдельных стадий технологического процесса, обучение студентов навыкам расчета специальной аппаратуры для биотехнологических производств и формирует у будущих бакалавров комплексный подход к рассмотрению конкретных биотехнологических или экобиотехнологических вопросов, встающих перед биотехнологом.

К **задачам** изучения дисциплины следует отнести приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для:

- оценки мощности перспективного производства, организации выпуска нового вида продукции;
- технологического оформления физико-химических процессов, применяемых в производствах;
- совершенствования технологии и аппаратурного оформления;
- контроля экологической безопасности, решение вопросов охраны труда и техники безопасности в соответствии с современными требованиями;
- снижения энергоёмкости производства, использование энергосберегающих технологий;
- достижения оптимальных технико-экономических показателей производства при максимальной автоматизации производства и компьютеризации управления технологическими процессами;
- контроля производства, согласно требованиям, предъявляемым к качеству готовой продукции (соответствие производства требованиям НТД: ГОСТ, ОСТ, GMP).

Дисциплина «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств» преподается в 7-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

### 5. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

обладать: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2); способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);

*знать:*

16. подходы к проектированию биотехнологических производств;
17. основное оборудование и методы его расчета, критерии выбора и оценки эффективности работы оборудования, теоретические основы процессов;
18. основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
19. способы подготовки оборудования и компонентов сырья для ведения технологического процесса;
20. экономические критерии оптимизации производства;
21. особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
22. биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах;
23. модели различных типов биореакторов, их гидродинамические, массообменные характеристики;
24. методы и режимы культивирования;
25. аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем;

*уметь:*

26. разрабатывать технологическую схему биотехнологического процесса;
27. проводить расчет материальных и энергетических балансов;
28. выбрать и компоновать оборудование для конкретного производства;
29. провести оценку эффективности используемого оборудования;
30. составлять технико-экономическое обоснование проекта в соответствии со стандартами;
31. регулировать биотехнологический процесс до достижения оптимального состояния по критериям эффективности;
32. рассчитывать основные процессы разделения многокомпонентных систем;
33. пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля;
34. использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
35. выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

*владеть:*

- методами расчета основных стадий технологической схемы, биотехнологического процесса;
- методами очистки и стерилизации воздуха, и питательных сред;
- методами расчета основных массообменных характеристик биотехнологического оборудования;
- методами расчета основных процессов разделения многокомпонентных систем;
- методами оценки эффективности биотехнологического процесса;
- основными базами данных и программными оболочками для организации производственного процесса;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.

#### 6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |            |           |
|--|------------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ                     | Ак. ч      | Астр. ч   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,89</b>            | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>0</b>               | <b>0</b>   | <b>0</b>  |
| Лекции (Лек)   | 0,44                   | 16         | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                      | 0          | 0         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,44                   | 16         | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                      | 0          | 0         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>2,11</b>            | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 2,11                   | 75,6       | 56,7      |
| Контактная самостоятельная работа                      |                        | 0,4        | 0,3       |
| <b>Зачёт с оценкой</b>                                 | +                      | +          | +         |
| <b>Вид контроля</b>                                    | <b>Зачёт с оценкой</b> |            |           |

**13. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**13.1. Разделы и виды занятий для студентов очного отделения**

| № п/п     | Раздел дисциплины  | Акад. часов |          |                      |                     |                        |
|-----------|--|-------------|----------|----------------------|---------------------|------------------------|
|           |  | всего       | лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
|           | <b>Введение</b>  | <b>2</b>    | <b>1</b> | <b>0</b>             | <b>0</b>            | <b>1</b>               |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Основы проектирования предприятий биотехнологического профиля</b>   | <b>10</b>   | <b>1</b> | <b>1</b>             | <b>0</b>            | <b>8</b>               |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Теоретические основы: материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза, тепло-массообменные процессы стадии ферментации</b>  | <b>24</b>   | <b>3</b> | <b>4</b>             | <b>0</b>            | <b>17</b>              |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. Практика проведения биотехнологических процессов: стерилизация технологических потоков, аэрирование и перемешивание ферментационной среды, пенообразование и пеногашение в процессе культивирования</b> | <b>32</b>   | <b>5</b> | <b>4</b>             | <b>0</b>            | <b>23</b>              |
| <b>4.</b> | <b>Раздел 4. Классификация, выбор и расчет основного ферментационного оборудования</b>   | <b>14</b>   | <b>2</b> | <b>2</b>             | <b>0</b>            | <b>10</b>              |
| <b>5.</b> | <b>Раздел 5. Типовые технологические схемы, вопросы реализации</b>   | <b>26</b>   | <b>4</b> | <b>5</b>             | <b>0</b>            | <b>17</b>              |
| 5.1       | Анализ типовых технологических схем, моделирование, масштабирование биотехнологических процессов   | 6           | 1        | 2                    | 0                   | 3                      |
| 5.2       | Расчет и аппаратурное оформление дополнительных стадий, процессов разделения многокомпонентных систем  | 7           | 1        | 1                    | 0                   | 5                      |
| 5.3       | Критерии оптимизации биотехнологических процессов  | 7           | 1        | 1                    | 0                   | 5                      |

|     |   |     |    |    |   |    |
|-----|---|-----|----|----|---|----|
| 5.4 | Методы и приборы для анализа и контроля биотехнологических процессов, современные программные средства организации производственного процесса | 6   | 1  | 1  | 0 | 4  |
|     | ИТОГО   | 108 | 16 | 16 | 0 | 76 |

### 13.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Задачи и содержание дисциплины. Связь с общетехническими и специальными дисциплинами.

#### **Раздел 1. Основы проектирования предприятий биотехнологического профиля.**

Составление технико-экономического обоснования проекта. Технический проект. Методы разработки технологической схемы. Сравнение альтернативных решений по каждой стадии. Стадии хранения и размножения посевного материала, подготовки сырья, приготовления питательных сред, стерилизации потоков и оборудования. Рабочие чертежи. Расчет технологических схем. Основные сведения о правилах организации производства (GMP и отечественный стандарт РД 64-125-91).

#### **Раздел 2. Теоретические основы: материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза, тепло-массообменные процессы стадии ферментации.**

Стехиометрия микробиологического синтеза. Методы расчета стехиометрических коэффициентов. Порядок составления материального баланса биосинтеза. Теплота жизнедеятельности.

Влияние условий культивирования на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата. Потребление кислорода микроорганизмами. Массопередача кислорода от воздуха к биомассе. Концентрационные ямы по кислороду. Массопередача углекислого газа. Массообменные характеристики ферментера. Расчет объемного коэффициента массопередачи.

#### **Раздел 3. Практика проведения биотехнологических процессов: стерилизация технологических потоков, аэрирование и перемешивание ферментационной среды, пенообразование и пеногашение в процессе культивирования.**

Способы стерилизации жидкостей. Термическая стерилизация. Кинетика гибели микроорганизмов. Влияние температуры. Критерии стерилизации. Периодическая и непрерывная стерилизация. Разработка технологических схем стерилизации жидкостей. Стерилизация воздуха. Особенности стерилизующей фильтрации воздуха. Технологические схемы сжатия и очистки воздуха. Стерилизация оборудования, деконтаминация воздуха в производственных помещениях.

Методы аэрирования в ферментерах. Оценка уровня аэрирования. Перемешивание при ферментации. Виды перемешивания: механическое, пневматическое и комбинированное.

Пенообразование и пеногашение. Пенообразующая способность. Сравнение методов пеногашения: химические, механические, комбинированные и технологические. **Раздел 4. Классификация, выбор и расчет основного ферментационного оборудования.** Ферментационное оборудование, его классификация, выбор конструкционных материалов. Сравнение ферментеров. Критерии выбора ферментера для конкретного производства. Методы определения величины коэффициента массопередачи. Моделирование ферментеров.

#### **Раздел 5. Типовые технологические схемы, вопросы реализации.**

**5.1. Анализ типовых технологических схем, моделирование, масштабирование биотехнологических процессов.** Синтез технологических схем; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов.

**5.2. Расчет и аппаратурное оформление дополнительных стадий, процессов разделения многокомпонентных систем.** Расчет и аппаратурное оформление процессов разделения многокомпонентных систем: растворения, кристаллизации, адсорбции, абсорбции, ионного обмена, экстракции, флотации, флокуляции, осаждения, фильтрации, мембранного разделения, сепарации и центрифугирования, вакуум-выпарки, сушки; аппаратурное оформление стадий приема, хранения, дозирования и транспортировки сырья.

**5.3. Критерии оптимизации биотехнологических процессов.** Структуры математических моделей производства; экономические критерии оптимизации производства. Основные базы данных и программные оболочки для организации производственного процесса.

**5.4. Методы и приборы для анализа и контроля биотехнологических процессов, современные программные средства организации производственного процесса.** Контроль и автоматизация ферментационных процессов и процессов разделения. Измеряемые и автоматически регулируемые параметры. Типы и основные особенности измерительных устройств, средств контроля по месту. Современные программные средства передачи данных, дистанционного доступа и контроля.

#### 14. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел |   |   |   |   |
|----|--|--------|---|---|---|---|
|    |  | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
|    | <b>Знать:</b>  |        |   |   |   |   |
| 1  | подходы к проектированию биотехнологических производств  | +      |   |   |   | + |
| 2  | основное оборудование и методы его расчета, критерии выбора и оценки эффективности работы оборудования, теоретические основы процессов | +      |   |   | + | + |
| 3  | основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства  | +      |   |   | + | + |
| 4  | способы подготовки оборудования и компонентов сырья для ведения технологического процесса  |        |   | + | + | + |
| 5  | экономические критерии оптимизации производства  |        |   |   | + | + |
| 6  | особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов   |        | + | + | + | + |
| 7  | биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах  |        | + | + | + | + |
| 8  | модели различных типов биореакторов, их гидродинамические, массообменные характеристики  |        | + | + | + |   |
| 9  | методы и режимы культивирования  |        | + | + | + |   |
| 10 | аппаратурное оформление процессов разделения многокомпонентных систем  |        |   | + | + | + |
|    | <b>Уметь:</b>  |        |   |   |   |   |
| 11 | разрабатывать технологическую схему биотехнологического процесса   | +      |   | + | + | + |
| 12 | проводить расчет материальных и энергетических балансов  |        | + | + | + |   |

|  |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|
| 13   | выбрать и скомпоновать оборудование для конкретного производства  | + |   | + | + | + |
| 14   | провести оценку эффективности используемого оборудования  |   |   | + | + | + |
| 15   | составлять технико-экономическое обоснование проекта в соответствии со стандартами  | + |   |   |   | + |
| 16   | регулировать биотехнологический процесс до достижения оптимального состояния по критериям эффективности   |   | + | + | + | + |
| 17   | рассчитывать основные процессы разделения многокомпонентных систем  |   |   | + | + | + |
| 18   | пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля  |   |   |   |   | + |
| 19   | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции  | + |   |   |   | + |
|  | <b><i>Владеть</i></b>   |   |   |   |   |   |
| 21   | методами расчета основных стадий технологической схемы, биотехнологического процесса  | + | + | + | + | + |
| 22   | методами очистки и стерилизации воздуха, и питательных сред   |   |   | + |   |   |
| 23   | методами расчета основных массообменных характеристик биотехнологического оборудования  |   | + | + | + |   |
| 24   | методами расчета основных процессов разделения многокомпонентных систем   |   |   | + |   | + |
| 25   | методами оценки эффективности биотехнологического процесса  |   | + |   |   | + |
| 26   | основными базами данных и программными оболочками для организации производственного процесса  |   |   |   |   | + |
| 27   | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции  | + |   |   |   | + |
| 28   | методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства  | + |   |   |   | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><i>профессиональные компетенции:</i></b> |   |   |   |   |   |   |
| 29   | способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); | + | + | + | + | + |
| 30   | способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2);   | + | + | + | + | + |
| 31   | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и  | + | + | + | + | + |

|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|

## 15. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | 1                    | Составление технико-экономического обоснования проекта.  | 0,5  |
| 2     | 1                    | Расчет технологических схем, рабочие чертежи, ТЭО в соответствии с основными сведениями о правилах организации производства (GMP и отечественный стандарт РД 64-125-91). | 0,5  |
| 3     | 2                    | Расчет материального и энергетического баланса процесса биосинтеза.  | 2    |
| 4     | 2                    | Расчет тепло-массообменных характеристик ферментера.   | 2    |
| 5     | 3                    | Аргументация выбора схемы стерилизации потоков. Примеры расчета по теме стерилизации.  | 2    |
| 6     | 3                    | Виды перемешивания, оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для различных типов аппаратов.   | 2    |
| 7     | 4                    | Критерии выбора ферментера. Конструктивные особенности, чертежи общего вида.   | 1    |
| 8     | 4                    | Моделирование ферментеров.   | 1    |
| 9     | 5                    | Масштабирование и оптимизация биотехнологических схем и процессов.   | 2    |
| 10    | 5                    | Расчет и аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем, выделение продуктов синтеза.   | 1    |
| 11    | 5                    | Экономические критерии оптимизации производства.   | 1    |
| 12    | 5                    | Основные базы данных и программные оболочки для организации производственного процесса, контроль и автоматизация ферментационных процессов.                              | 1    |

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 16. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды деятельности:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к практическим занятиям в форме коллоквиума с использованием кейс-технологий;
- выполнение индивидуального контрольного задания;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

### **7.1. Примерные темы заданий для самостоятельной работы с применением кейс-технологий приведены ниже:**

1. Составление материально-энергетического баланса процессов культивирования микроорганизмов/клеток растений/клеток животных.
2. Расчет и оптимизация параметров стерилизации.
3. Оценка процессов массопередачи для ферментеров с различными типами перемешивающих устройств. Технологический расчет ферментеров.
4. Расчет основных параметров, характеристик ферментера.
5. Автоматизация биотехнологических процессов.
6. Тепловой расчет ферментеров, конструкции теплообменных устройств.
7. Применение методов, критериев оптимизации для выбора вариантов технологической схемы.

*Порядок выполнения заданий:*

36. объединение студентов в группы по 2-3 человека, обсуждение и выбор темы;
37. анализ современного состояния дел в рассматриваемой области на основе иностранных и отечественных публикаций;
38. работа в группе по созданию связанного обзора рассматриваемой темы из отобранных публикаций (не менее 1-ой публикации на студента);
39. создание презентации и аргументированный доклад группы с последующим обсуждением и ответами на вопросы.

### **7.2. Пример индивидуального контрольного задания.**

При самостоятельной работе по выполнению индивидуального контрольного задания студент должен использовать основную и дополнительную литературу по курсу, а также активно пользоваться научной литературой, патентной документацией, электронными поисковыми системами, базами данных и Интернет-ресурсами. В контрольное задание входят связанные между собой задачи:

**Задача 1.** Составить материально-энергетический баланс процесса культивирования бактерий на метаноле с определением суммарного тепловыделения при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации \_\_\_\_\_ кг АСВ/час;

- экономический коэффициент усвоения субстрата \_\_\_\_\_ кг/кг;
- степень утилизации субстрата \_\_\_\_\_ %;
- аэрация осуществляется газом с содержанием кислорода \_\_\_\_\_-% (об.), степень его утилизации \_\_\_\_\_ %.

Для расчета использовать литературные данные по составу среды культивирования, исходной и конечной концентрации субстрата.

**Задача 2.** Провести оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для ферментера струйного типа при следующих условиях:

- вся производительность обеспечивается одним аппаратом;
- рабочее давление над жидкостью \_\_\_\_\_ ати;
- рабочее давление на входе в ферментер \_\_\_\_\_ ати;
- концентрация растворенного кислорода \_\_\_\_\_ г/куб.м.

Схематично изобразить ферментер и обозначить основные его элементы.

**Задача 3.** Определить количество аппаратов и провести расчет ферментеров, приняв отношение слоя жидкости к диаметру аппарата \_\_\_\_\_, рабочий объем аппарата не более \_\_\_\_\_ куб.м при объемном коэффициенте массопередачи \_\_\_\_\_ 1/час.

**Задача 4.** Произвести тепловой расчет выбранного аппарата при условии, что температура культивирования \_\_\_\_\_ °С, а охлаждающей воды: вход \_\_\_\_\_ °С, выход \_\_\_\_\_ °С. Выбрать теплообменник.

#### 17. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

#### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (1-раздел 1-2, 2 – раздел 3, 3 – разделы – 4-5). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую.

**Разделы 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

##### Вопрос 1.1.

- 1.Подходы к разработке технологических схем биотехнологических производств.
- 2.Расчет материального баланса стадии ферментации. Исходные данные для расчета, методы их определения.
- 3.Логистика и взаимосвязь стадий биотехнологического производства.

##### Вопрос 1.2.

- 1.Вывести стехиометрическое уравнение процесса культивирования бактерий на метаноле, определить коэффициент энергетического обмена, основные

расходные коэффициенты, теплоту жизнедеятельности и суммарное тепловыделение при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 260 кг АСВ/час;
- экономический коэффициент усвоения субстрата 0,63 кг/кг.

2. Вывести стехиометрическое уравнение процесса культивирования дрожжей на этаноле, определить коэффициент энергетического обмена, основные расходные коэффициенты, теплоту жизнедеятельности и суммарное тепловыделение при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 200 кг АСВ/час;
- экономический коэффициент усвоения субстрата 0,64 кг/кг;

3. Вывести стехиометрическое уравнение процесса культивирования дрожжей на гексадекане, определить коэффициент энергетического обмена, основные расходные коэффициенты, теплоту жизнедеятельности и суммарное тепловыделение при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 300 кг АСВ/час;
- экономический коэффициент усвоения субстрата 1,05 кг/кг;

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

**Вопрос 2.1.**

1. Объемный коэффициент массопередачи, методы измерения, физический смысл, размерность.

2. Проблемы и способы стерилизации воздуха.

3. Основные показатели стерилизации жидких потоков.

**Вопрос 2.2.**

1. Провести оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для ферментера струйного типа при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 260 кг АСВ/час;
- расходный коэффициент по кислороду 0,75 кг  $O_2$ /кг X;
- аэрация осуществляется газом с содержанием кислорода 23 % (об.), объемная доля кислорода в выходящем газе 18 %;
- скорость разбавления 0,25 ч<sup>-1</sup>;
- температура ферментации 35 °С;
- концентрация биомассы 7 г/л;
- вся производительность обеспечивается одним аппаратом;
- рабочее давление над жидкостью 1,2 ати;
- рабочее давление на входе в ферментер 3,7 ати;
- концентрация растворенного кислорода 0,25 г/куб.м.

2. Провести оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для ферментера барботажного типа при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 200 кг АСВ/час;
- расходный коэффициент по кислороду 0,9 кг  $O_2$ /кг X;
- аэрация осуществляется газом с содержанием кислорода 25 % (об.), объемная доля кислорода в выходящем газе 19 %;
- скорость разбавления 0,3 ч<sup>-1</sup>;

- температура ферментации 30 °С;
- концентрация биомассы 10 г/л;
- вся производительность обеспечивается одним аппаратом;
- рабочее давление над жидкостью 0,5 ати;
- рабочее давление на входе в ферментер 3,2 ати;
- концентрация растворенного кислорода 0,18 г/куб.м.

3. Провести оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для ферментера с самовсасывающей мешалкой при следующих условиях:

- производительность стадии ферментации 300 кг АСВ/час;
- расходный коэффициент по кислороду 1,3 кг O<sub>2</sub>/кг X;
- аэрация осуществляется газом с содержанием кислорода 21 % (об.), объемная доля кислорода в выходящем газе 16 %;
- скорость разбавления 0,35 ч<sup>-1</sup>;
- температура ферментации 33 °С;
- концентрация биомассы 20 г/л;
- вся производительность обеспечивается одним аппаратом;
- рабочее давление над жидкостью 0,3 ати;
- концентрация растворенного кислорода 0,16 г/куб.м.

**Разделы 4-5. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 3.1**

- Расчет поверхности теплообмена в ферментерах.
- Методы и критерии сравнения ферментеров различных конструкций и размеров.
- Технологический расчет ферментеров II группы.

#### **Вопрос 3.2.**

- Технологический расчет ферментеров III группы.

2. Факторы, на которые влияет степень перемешивания ферментера.

Количественные оценки такого влияния.

3. Построение математических моделей ферментера. Сочетание математического и физического моделирования.

### **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7-ой семестр – зачет с оценкой).**

Билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит два вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Подходы к разработке технологических схем микробиологических производств.
2. Взаимосвязь моделирования и масштабирования при расчете ферментеров.
3. Материальный баланс роста культуры.
4. Перечень и обоснование контролируемых параметров при ферментации. Связь между параметрами.
5. Энергетический баланс роста культуры.

6. Технологический расчет ферментеров II группы.
7. Стехиометрия роста культуры.
8. Расчет поверхности теплообмена в ферментерах.
9. Влияние условий культивирования на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата.
10. Технологический расчет ферментеров I группы.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет содержит два вопроса.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой 7-ой семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств» проводится в 7-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-5 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

*Пример билета для зачета с оценкой*

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии</p> <p>_____ В.И.<br/>Панфилов</p> <p>«__» _____ 20<br/>г.</p>   | <p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>                                    |
|   | <p><b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b></p> |
|   | <p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>   |
|   | <p><b>Направление подготовки бакалавров 19.03.01<br/>Биотехнология</b></p>            |
| <p><b>Дисциплина «Основы проектирования и<br/>оборудование биотехнологических производств»</b></p>  |   |
| <p><b>Билет № 1</b></p>   |   |
| <p>7. Подходы к разработке технологических схем микробиологических производств.<br/>8. Взаимосвязь моделирования и масштабирования при расчете ферментеров.</p> |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Винаров А.Ю., Гордеев Л.С., Кухаренко А.А., Панфилов В.И., под ред. Быкова В.А. Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты: учебное пособие для академического бакалавриата. 2-е изд.,

- перераб. и доп. (Серия: Бакалавр. Академический курс). – Издательство Юрайт Москва, 2018. – 275 с.
2. Бортников И.И., Босенко А.М. Машины и аппараты микробиологических производств. – Минск, 1982.
  3. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И., Шакир И.В. Микробиологический контроль биотехнологических производств. – ДеЛи плюс Москва, 2016. – 142 с.
  4. **Градова Н.Б., Бабусенко Е. С., Панфилов В. И.** Биологическая безопасность биотехнологических производств. Учебное пособие. — ДеЛи принт Москва, 2010. – 136 с.
  5. Альперт Л.З. Основы проектирования химических установок. – М., 1989.
  6. Крылов И.А., Панфилов В.И., Кухаренко А.А. Основы проектирования биотехнологических производств. Нормативная база. Общие принципы построения технологических схем. Учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003, 168 с.
  7. Быков В.А., Винаров А.Ю., Шерстобитов В.В. Расчет процессов микробиологических производств. – Киев, 1985.
  8. Кантере В.М., Мосичев М.С., Дорошенко М.И. и др. Основы проектирования предприятий микробиологической промышленности. (Учебное пособие для вузов). – М., 1990.
  9. Свитцов А.А. Основы ферментационного оборудования микробиологических производств. (Учебное пособие). – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1987.

### **Б Дополнительная литература**

1. Макарова А.С., Кареткин Б.А., Гордиенко М.Г., Баурин Д.В., Кудрявцева Е.И., Васильева Е.Г., Панфилов В.И. Государственное регулирование в области биотехнологий. – Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева Издательский центр Москва, 2015. — 128 с.
2. Прикладная экобиотехнология. Т. 2 / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников и др. — БИНОМ. Лаборатория знаний Москва, 2012. — 485 с.
3. Дж. Бейли, Д.Оллис. Основы биохимической инженерии. – М.: Мир, 1989 г.
4. **Петрусов А. И.** Введение в биотехнологию, учебник для вузов. – Академия Москва, 2014. – 288 с.
5. Кафаров В.В., Винаров А.Ю., Гордеев Л.С. Моделирование биохимических реакторов. – М., 1979.

#### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.

- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### Интернет-ресурсы

- 1) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 14) компьютерные презентации интерактивных лекций по некоторым разделам дисциплины;
- 15) банк заданий для рейтингового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- 16) варианты заданий для самостоятельной работы.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по

основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы биотехнологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта      | Реквизиты договора поставки | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии      |
|-------|---|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019 | Контракт № 28-35ЭА/20       | 12 месяцев          | Лицензия на ПО, принимающее участие в |

|   |   |  |  |   |
|---|---|--|--|---|
|   | <p>В составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p><b>InfoPath</b></p> | 20 от<br>26.05.2020                                  | (ежегодно<br>е<br>продлени<br>е<br>подписки<br>с правом<br>перехода<br>на<br>обновлён<br>ную<br>версию<br>продукта)                  | образовательных<br>процессах.   |
| 2 | Microsoft Office<br>Standard 2013   | Контракт<br>№ 62-<br>64ЭА/20<br>13                   | бессрочна<br>я   | Лицензия на ПО,<br>принимающее участие в<br>образовательных<br>процессах.   |
| 3 | <p>O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr<br/>ALNG SubsVL<br/>OLV E 1Mth<br/>Acadm AP<br/>AddOn toOPP</p> <p>Приложения в<br/>составе<br/>подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word 365<br/>Excel 365<br/>PowerPoint 365<br/>Microsoft Teams</p>    | Контракт<br>№ 28-<br>35ЭА/20<br>20 от<br>26.05.2020  | 12<br>месяцев<br>(ежегодно<br>е<br>продлени<br>е<br>подписки<br>с правом<br>перехода<br>на<br>обновлён<br>ную<br>версию<br>продукта) | Лицензия на ПО, не<br>принимающее прямого<br>участия в образовательных<br>процессах<br>(инфраструктурное/ вспомо<br>гательное ПО) |
| 4 | <p>Kaspersky<br/>Endpoint Security<br/>для бизнеса –<br/>Стандартный<br/>Russian Edition.</p>   | Контракт<br>№ 90-<br>133ЭА/2<br>021 от<br>07.09.2021 | 12<br>месяцев<br>(ежегодно<br>е<br>продлени<br>е<br>подписки<br>с правом<br>перехода   | Лицензия на ПО, не<br>принимающее прямого<br>участия в образовательных<br>процессах<br>(инфраструктурное/ вспомо<br>гательное ПО) |

|   |   |   |   |            |
|---|---|---|---|------------|
|   |   |   | на обновлённую версию продукта)                                 |            |
| 5 | ABBYY<br>FineReader 10<br>Professional<br>Edition                         | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 6 | CorelDRAW<br>Graphics Suite<br>X5 Education<br>License                    | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 7 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>BioOffice ultra | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 8 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw pro    | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 9 | Программа<br>обработки<br>эксперименталь                                  | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2                       |   | бессрочная |

|    |  |   |  |            |
|----|--|---|--|------------|
|    | ных данных<br>Chemdraw ultra   | 010 от<br>14.12.10                                  |  |            |
| 10 | MATLAB<br>Academic new<br>Product Group<br>Licenses (per<br>License)                                 | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB<br>Classroom Suite<br>new Product<br>From 25 to 49<br>Concurrent<br>Licenses (per<br>License) | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12 ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование раздела  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|--|---|
| Раздел 1. Основы проектирования предприятий биотехнологического профиля | <p>Знает: подходы к проектированию биотехнологических производств, основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства.</p> <p>Умеет: разрабатывать технологическую схему биотехнологического процесса, составлять технико-экономическое обоснование проекта в соответствии со стандартами.</p> <p>Владеет: подходами к составлению технико-экономического обоснования проекта, основными сведениями</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | о правилах организации производства.   |   |
| Раздел 2. Теоретические основы: материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза, тепло-массообменные процессы стадии ферментации.  | <p>Знает: биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах, порядок составления материального и энергетического баланса биосинтеза.</p> <p>Умеет: проводить расчет материальных и энергетических балансов.</p> <p>Владет: методами расчета основных стадий технологической схемы, биотехнологического процесса.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)</p> |
| Раздел 3. Практика проведения биотехнологических процессов: стерилизация технологических потоков, аэрирование и перемешивание ферментационной среды, пенообразование и пеногашение в процессе культивирования. | <p>Знает: способы подготовки оборудования и компонентов сырья для ведения технологического процесса.</p> <p>Умеет: производить расчет массообменных характеристик.</p> <p>Владет: методами расчета основных массообменных характеристик биотехнологического оборудования, методами очистки и стерилизации воздуха, и питательных сред.</p>           | <p>Оценка за контрольную работу №2 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)</p> |
| Раздел 4. Классификация, выбор и расчет основного ферментационного оборудования  | <p>Знает: основное оборудование и методы его расчета, критерии выбора и оценки эффективности работы оборудования, теоретические основы процессов, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов, модели различных типов биореакторов, их гидродинамические, массообменные характеристики,</p>         | <p>Оценка за контрольную работу №3 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)</p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>методы и режимы культивирования.</p> <p>Умеет: регулировать биотехнологический процесс до достижения оптимального состояния по критериям эффективности.</p> <p>Владеет: методами определения величины коэффициента массопередачи, оценочным моделированием ферментеров.</p>   |   |
| <p>Раздел 5. Типовые технологические вопросы реализации. схемы,</p> | <p>Знает: аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем, экономические критерии оптимизации производства.</p> <p>Умеет: выбрать и скомпоновать оборудование для конкретного производства, провести оценку эффективности используемого оборудования, рассчитывать основные процессы разделения многокомпонентных систем, пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля, использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции, выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p>Владеет: методами расчета основных процессов разделения многокомпонентных систем, методами оценки эффективности</p> | <p>Оценка за контрольную работу №3 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>биотехнологического процесса, основными базами данных и программными оболочками для организации производственного процесса, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции, методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.</p> |  |
|--|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Основы проектирования и оборудование биотехнологических  
производств»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теоретические основы биотехнологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена:  
к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии Н.С. Марквичевым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.Д.И.  
Менделеева «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Теоретические основы биотехнологии» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии и микробиологии.

Дисциплина «Теоретические основы биотехнологии» имеет своей **целью** формирование у студентов базовых знаний, лежащих в основе современных методов направленного биосинтеза и управления ферментационными процессами, используемыми для получения продуктов биотехнологии, развитие в студентах способностей к анализу и обобщению экспериментальных и литературных данных в области управляемого культивирования микроорганизмов и других биологических продуцентов. При этом предполагается, что студенты имеют фундаментальную подготовку по теоретическим разделам химии, биохимии, общей биологии и микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии.

К **задачам** изучения дисциплины следует отнести:

- приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий;
- закрепление знаний по фундаментальным наукам и применение их в практической деятельности в области биотехнологии;
- формирование у студентов целостного представления о современных биотехнологиях;
- формирование у студентов общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.

Программа дисциплины «Теоретические основы биотехнологии» составлена так, что в ходе изучения предмета студент не только знакомится с содержанием дисциплины, но и закрепляет свои знания по фундаментальным наукам, связывая их с практической деятельностью в области биотехнологии. Описание основных направлений применения биотехнологических методов в конкретной деятельности человека должно дать студенту целостное представление в практическом значении изучаемого предмета. Достаточно подробное изложение методов биотехнологии предназначено для создания общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения. Полученные на ее основе знания обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента по любой из выбранных им дисциплин специализации.

Дисциплина «Теоретические основы биотехнологии» ориентирована именно на инженерные и производственные вопросы соответствующей отрасли. Особое значение имеет изложение современных методов направленного биосинтеза и управления ферментационными процессами, используемыми для получения продуктов биотехнологии.

Дисциплина «Теоретические основы биотехнологии» преподается в 7-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

**обладать:**

владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6).

- готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);

готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

8. особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;

9. основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;

10. биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;

11. закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;

12. модели роста и образования продуктов;

13. методы культивирования,

*уметь:*

40. выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;

41. осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;

42. проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

43. использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции;

*владеть:*

– методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;

– методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины |            |           |
|--|------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр.ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>3,0</b>       | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,33</b>      | <b>48</b>  | <b>36</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0</b>         | <b>0</b>   | <b>0</b>  |
| Лекции (Лек)                                       | 0,44             | 16         | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0                | 0          | 0         |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,89             | 32         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0                | 0          | 0         |

|   |                |             |             |
|---|----------------|-------------|-------------|
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                 | <b>0,67</b>    | <b>24</b>   | <b>18</b>   |
| Контактная самостоятельная работа                   | 0,67           | 24          | 24          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины        |                |             |             |
| <b>Вид контроля:</b>                                |                |             |             |
| <b>Экзамен</b>                                      | <b>1</b>       | <b>36</b>   | <b>27</b>   |
| <b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b> | 1              | <b>0,4</b>  | <b>0,3</b>  |
| <b>Подготовка к экзамену</b>                        |                | <b>35,6</b> | <b>26,7</b> |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                      | <b>Экзамен</b> |             |             |

## 18. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 18.1. Разделы и виды занятий для студентов очного отделения

| № п/п | Раздел дисциплины  | Академ. часов |                               |        |                                  |                                   |                               |                             |                               |                                |
|-------|--|---------------|-------------------------------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|       |  | Всего         | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг | Лекции | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг | Практи-<br>ческие<br>заняти-<br>я | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг | Лабора-<br>торные<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг | Самостоя-<br>тельная<br>работа |
| 1     | Введение.  | 4             | 0                             | 1      | 0                                | 1                                 | 0                             | 0                           | 0                             | 2                              |
| 2     | <b>Кинетика роста микроорганизмов.</b>                       | 20            | 0                             | 4      | 0                                | 8                                 | 0                             | 0                           | 0                             | 8                              |
| 3     | <b>Основные метаболические процессы в клетках.</b>           | 26            | 0                             | 6      | 0                                | 13                                | 0                             | 0                           | 0                             | 7                              |
| 4     | <b>Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов</b> | 22            | 0                             | 5      | 0                                | 10                                | 0                             | 0                           | 0                             | 7                              |
|       | <b>ИТОГО</b>   | 72            | 0                             | 16     | 0                                | 32                                | 0                             | 0                           | 0                             | 24                             |
|       | Экзамен  | 36            | 0                             |        | 0                                |                                   | 0                             | 0                           | 0                             | 36                             |
|       | <b>ИТОГО:</b>  | 108           | 0                             | 16     | 0                                | 32                                | 0                             | 0                           | 0                             | 60                             |

## – Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Введение, цели и задачи курса. Кривая роста микроорганизмов в простых периодических условиях, экспоненциальная модель роста микроорганизмов, понятие удельной скорости роста, экономического коэффициента и других параметров, характеризующих процессы культивирования. Параметры процесса ферментации, позволяющие управлять процессом культивирования (температура, pH, концентрации компонентов питательной среды, включая кислород). Классификация методов управляемого культивирования – простое периодическое культивирование, периодическое культивирование, периодическое культивирование с подпитками, периодическое культивирование с отводом продуктов метаболизма, их комбинации.

### ***Раздел 1. Кинетика роста микроорганизмов.***

Кинетические модели роста микроорганизмов, влияние концентрации субстрата, продуктов. Обработка экспериментальных данных по культивированию микроорганизмов в периодических условиях (три задачи). Влияние концентрации субстрата на рост клеток, понятие лимитирующей концентрации субстрата, уравнение Моно. Ингибирующее действие субстрата, продуктов, модификации уравнения Моно, уравнение Моно-Иерусалимского, нахождение констант. Оптимизация производительности периодического реактора. Обработка экспериментальных данных по периодическому культивированию по уравнению Моно.

Способы непрерывного культивирования. Хемостатное культивирование, основные понятия, уравнения хемостатного культивирования. Энергия поддержания. Обработка экспериментальных данных хемостатного культивирования. Нахождение констант в уравнении Моно. Хемостатное культивирование с переменной лимитирующего фактора. Хемостатное культивирование двух микроорганизмов. Процессы автоселекции в хемостате. Оптимизация производительности одного хемостата. Расчет производительности хемостата. Хемостатное культивирование с рециклом по биомассе, с рециклом по культуральной жидкости. Каскад хемостатов. Тубулярная культура. Турбидостатное культивирование. Особенности культивирования генно-инженерных штаммов. Иммуобилизация клеток микроорганизмов, методы иммуобилизации, изменение концентрации клеток в иммуобилизованном состоянии во времени.

### ***Раздел 2. Основные метаболические процессы в клетках.***

Анаболические и катаболические процессы, их взаимосвязь в клетках. Регулирование ферментативных процессов в клетках микроорганизмов на уровне ферментов, на уровне генома. Аллостерические ферменты, модель Жакобо-Моно. Роль энергетических эквивалентов (АТФ/цАМФ и др.) в регулировании процессов, протекающих в клетках.

Транспортные процессы в клетках, пассивный и активный транспорт, транслокация групп. Экспериментальное определение типа транспорта.

Рост микроорганизмов на сахарах. Доступность сахаров, гидролиз полисахаридов, транспорт сахаров в клетки, включение сахаров в анаболические и катаболические процессы, взаимное регулирование процессов метаболизма субстрата внутри клеток.

Гликолиз как этап трансформации углеводных субстратов и его энергетическая сущность, пентозофосфатный цикл, взаимосвязь гликолиза и ПФЦ. КГДФ путь. Взаимосвязь основных метаболических процессов и регулирование метаболизма субстрата в зависимости от условий. Образование ацетил-СоА, регуляторные ферменты и их взаимосвязь с общим метаболизмом субстрата. Цикл трикарбоновых кислот, образование восстановленных эквивалентов, взаимосвязь ферментативной активности цикла с другими метаболическими процессами, протекающими в клетках. Дыхательная цепь – образование АТФ. Аноплетротические реакции (образование оксалоацетата).

Общая взаимосвязанность процессов анаболизма и катаболизма сахаров, роль фосфофруктокиназы и других ферментов в регулировании метаболизма сахаров по тому

или иному метаболическому пути.. Сравнение энергетической эффективности различных путей ассимиляции сахаров.

Рост микроорганизмов на этиловом спирте и ацетате. Рост микроорганизмов на н-алканах. Процессы транспорта. Первичное окисление – окисление с образованием ацетил-СоА. Функционирование глиоксилатного шунта.

Рост на ароматических углеводородах. Рост микроорганизмов на С<sub>1</sub>-соединениях, процессы транспорта в клетку, катаболические процессы, включение формальдегида в анаболические процессы, сериновый путь, С<sub>5</sub>-путь. Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов.

### **Раздел 3. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов.**

Классификация продуктов микробиологического синтеза, первичные и вторичные метаболиты. Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения. Общие концепции создания процессов. Спиртовое брожение, способы управления процессом (эффект Пастера, способы брожения по Нейбергу, эффект Олли). Молочнокислое брожение, другие виды брожения. Выбор оптимальных способов культивирования для достижения поставленной задачи. Неполное окисление, направленный биосинтез уксусной кислоты, трансформация сорбита в сорбозу, направленный синтез кислот и кетонов. Общие подходы направленного биосинтеза трикарбоновых кислот (лимонной кислоты), способы управления и реализации процесса.

Направленный синтез полисахаридов. Глюконеогенез, взаимосвязь с процессами ассимиляции сахаров, роль фосфатазы.

Направленный синтез липидов через малонил-СоА и липоподобных соединений через изопентилпирофосфат. Направленный синтез аминокислот: синтез глутамата и глутамина, ассимиляция аммиака, аминокислоты аспарагинового ряда, биосинтез лизина на углеводном и уксуснокислом субстратах, общий метаболизм в клетках.

Направленный биосинтез ароматических аминокислот на примере триптофана. Применение генно-инженерных штаммов микроорганизмов для направленного синтеза аминокислот.

Способ синтеза аминокислот с использованием предшественника и иммобилизованных клеток (синтез аспарагиновой кислоты из фумаровой), влияние условий культивирования на направленный синтез – направленный синтез яблочной кислоты или аспарагиновой в зависимости от солевого состава.

Общие положения направленного синтеза первичных метаболитов, выбор условий культивирования для достижения оптимальных параметров процесса. биосинтез продуктов вторичного метаболизма: биосинтез антибиотиков. Роль антибиотиков в метаболизме клеток, антибиотики как факторы дифференсации клеток, их влияние на общую ферментативную активность. Направленный биосинтез пенициллинов, полусинтетические антибиотики на основе 6-апк. Полипептидные антибиотики, отличие синтеза от синтеза белков. Направленный синтез витамина В<sub>12</sub>.

## **– СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел |   |   |
|---|---|--------|---|---|
|   |   | 1      | 2 | 3 |
|   | <b><i>Знать:</i></b>  |        |   |   |
| 1 | особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов  | +      | + | + |
| 2 | биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; |        | + | + |

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| 3  | основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними   | + | + | + |
| 4  | закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма  | + |   | + |
|  | модели роста и образования продуктов   |   | + | + |
| 5  | методы культивирования   | + | + |   |
| <b>Уметь:</b>  |  |   |   |   |
| 6  | выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования            | + | + | + |
| 7  | осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;   |   | + | + |
| 8  | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ   | + | + | + |
| 9  | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции  | + | + | + |
| <b>Владеть</b>   |  |   |   |   |
| 10   | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции   | + |   | + |
| 11   | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов   | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>общепрофессиональные и профессиональные компетенции: обладать:</b> |  |   |   |   |
| 12   | обладать: владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6);  | + | + | + |
| 13   | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);   | + | + | + |
| 14   | готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11); | + | + |   |

– ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

**6.1. Практические занятия**

**Примерные темы практических занятий по дисциплине.**

| № п/п | Раздел | Темы практических (семинарских) занятий  | часы |
|-------|--------|--|------|
| 1     | 1      | Обработка экспериментальных данных по культивированию микроорганизмов в периодических условиях (три задачи). | 3    |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 2 | 1 | Оптимизация производительности периодического реактора. Обработка экспериментальных данных по периодическому культивированию по уравнению Моно.    | 2 |
| 3 | 1 | Обработка экспериментальных данных хемостатного культивирования.   | 2 |
| 4 | 2 | Аллостерические ферменты, модель Жакобо-Моно.  | 6 |
| 5 | 2 | Гликолиз как этап трансформации углеводов субстратов и его энергетическая сущность, пентозофосфатный цикл, взаимосвязь гликолиза и ПФЦ, КГДФ путь. | 7 |
| 6 | 3 | Направленный синтез аминокислот  | 2 |
| 7 | 3 | Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения.  | 3 |
| 8 | 3 | Общие подходы направленного биосинтеза трикарбоновых кислот (лимонной кислоты), способы управления и реализации процесса.                          | 2 |
| 9 | 3 | Направленный синтез липидов через малонил-СоА и липоподобных соединений через изопентилпирофосфат.   | 2 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Теоретические основы биотехнологии» не предусмотрен.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к практическим занятиям с использованием кейс-технологий, технологий СОРТ
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

Материалы заданий для самостоятельной работы приведены ниже.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

### 7.1. Примеры заданий для проведения дискуссии с использованием технологии СОРТ «Шесть шляп мышления»

**Тема: «Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения.»**

*Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)*

1. Что представляют собой первичные метаболиты?
2. Для чего клетке нужны первичные метаболиты?
3. Являются ли первичные метаболиты продуктом микробиологического производства?
4. Можно ли контролировать выход первичных метаболитов?
5. Как влияют первичные метаболиты на процесс культивирования?

6. Как проверяют наличие первичных метаболитов?

*Белая шляпа (сбор фактов)*

Мировое производство первичных метаболитов.

Риски использования первичных метаболитов.

Контроль качества первичных метаболитов.

*Желтая шляпа*

Преимущества использования первичных метаболитов.

*Черная шляпа*

Недостатки использования первичных метаболитов.

*Красная шляпа*

Выражение эмоционального отношения к проблеме

*Зеленая шляпа*

Предложить способы повышения эффективности и безопасности использования первичных метаболитов.

## **7.2. Примеры заданий к практическим занятиям по применению кейс-технологии**

*К практическому занятию по теме: «Гликолиз как этап трансформации углеводных субстратов и его энергетическая сущность, пентозофосфатный цикл, взаимосвязь гликолиза и ПФЦ. КГДФ путь.».*

*Порядок выполнения задания:*

1. охарактеризовать физико-химический состав используемого субстрата;
2. предложить наиболее приемлемый способ стерилизации субстрата;
3. охарактеризовать морфологические, биохимические, физиологические особенности продуцента;
4. охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта производства;
5. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки посевного материала: условия хранения; количество поколений при размножении посевного материала; условия культивирования посевного материала;
6. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант стерилизации компонентов питательной среды, обосновать при необходимости отсутствие стадии стерилизации питательной среды.

*Задание 1.* Общие подходы направленного биосинтеза трикарбоновых кислот (лимонной кислоты), способы управления и реализации процесса.

*Порядок выполнения задания:*

44. Описать какие подходы биосинтеза трикарбоновых кислот существуют;
45. проанализировать подходы биосинтеза трикарбоновых кислот существуют;
46. на основе проведенного анализа обосновать наиболее эффективный подход биосинтеза трикарбоновых кислот;

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примеры вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 балла и составляет по 20 баллов за каждую работу.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит два вопроса по 10 баллов за каждый.**

**Вариант № 1.**

1. Какие функции выполняет клеточная стенка в микроорганизмах?
2. При исследовании роста культуры микроорганизмов в периодических условиях получены следующие экспериментальные данные:

|                  |           |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| t, ч             | 2,0       | 2,5   | 3,0   | 3,5   | 4,0   | 4,5   | 5,0   |
| D,<br>е.о.<br>п. | 0,11<br>3 | 0,142 | 0,190 | 0,262 | 0,330 | 0,449 | 0,580 |

Определить удельную скорость роста.

**Вариант №2.**

1. Охарактеризуйте поверхностные структуры микробной клетки.
2. Определить  $\mu_m$  и  $K_s$  для роста на среде с глюкозой культуры микроорганизмов, исходя из следующих экспериментальных данных:

|                    |          |      |      |      |      |          |      |          |
|--------------------|----------|------|------|------|------|----------|------|----------|
| S, мМ/<br>л        | 1        | 3    | 5    | 7    | 10   | 12       | 14   | 16       |
| m, ч <sup>-1</sup> | 0,2<br>3 | 0,38 | 0,43 | 0,47 | 0,49 | 0,5<br>0 | 0,50 | 0,5<br>0 |

**Вариант №3.**

1. Какие группы липидов входят в состав мембран микроорганизмов?
2. Определить константу неконкурентного ингибирования этанолом роста бактерий в условиях, когда  $S_0 \gg K_s$  на основе экспериментальных данных:

|                               |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| Концентрация этанола,<br>мМ/л | 0    | 15   | 31   | 46   | 126  |
| m, ч <sup>-1</sup>            | 0,55 | 0,46 | 0,38 | 0,27 | 0,14 |

**Вариант №4.**

1. Каким образом взаимодействуют биополимеры клеточной стенки прокариот между собой?
2. Определить предельное накопление биомассы, если  $X_0 = 0,01$  г/л;  $Y_s = 0,1$ ;  $S_0 = 10$  г/л.

**Вариант №5.**

1. Опишите сходство и различие состава клеточной стенки грамположительных и грамотрицательных прокариот.
2. При хемостатном культивировании микробной культуры получены следующие экспериментальные данные по стационарным концентрациям субстрата, биомассы и продукта. Найти  $K_s$ ,  $Y_s$  и  $\mu_m$  при  $S_0 = 5$  г/л.

|                          |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| D, ч <sup>-1</sup>       | 0,05  | 0,10  | 0,20  | 0,30  | 0,40  | 0,45  |
| S <sub>ст</sub> ,<br>г/л | 0,263 | 0,556 | 1,250 | 2,143 | 3,333 | 4,090 |
| X <sub>ст</sub> ,<br>г/л | 2,368 | 2,222 | 1,875 | 1,429 | 0,833 | 0,455 |

**Раздел 2.**

**Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит два вопроса по 10 баллов за каждый. Вариант 1.**

1. Основные типы питания микроорганизмов.
2. Основные механизмы регуляции метаболизма. Ключевые ферменты. Генетический контроль синтеза ферментов.

**Вариант 2.**

1. Основные источники (элементы) питания микроорганизмов – углерод, азот, фосфор, сера, кислород, ростовые факторы.
2. Взаимосвязи обмена основных соединений – нуклеиновых кислот, белков, липидов,

углеводов.

**Вариант 3.**

1. Взаимосвязь процессов обмена – катаболизма и анаболизма.
2. Ацетил-КоА и пировиноградная кислота – как ключевые соединения метаболизма.

**Вариант 4.**

1. Понятие о центральных путях обмена и основных этапах метаболизма.
2. Понятие первичного и вторичного обмена.

**Вариант 5.**

1. Внутриклеточное окисление глицерола: химизм процесса, энергетический эффект. Конечные продукты внутриклеточного окисления глицерола. Общность процессов окисления углеводов и липидов.
2. Специфические и общие пути катаболизма.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3 Контрольная работа содержит два вопроса по 10 баллов за каждый. Вариант 1**

1. Направленный синтез продуктов микробиологического происхождения.
2. Спиртовое брожение.

**Вариант 2.**

1. Молочнокислое брожение.
2. Направленный биосинтез уксусной кислоты

**Вариант 3.**

1. Направленный биосинтез трикарбоновых кислот.
2. Направленный синтез полисахаридов.

**Вариант 4.**

1. Глюконеогенез, взаимосвязь с процессами ассимиляции сахаров, роль фосфатазы.
2. Направленный синтез липидов через малонил-СоА

**Вариант 5.**

1. Направленный синтез липидов через изопентилпирофосфат.
2. Направленный синтез аминокислот: синтез глутамата.

**8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7-й семестр – экзамен)**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит два вопроса.

- 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

Рост микроорганизмов в периодических условиях, удельная скорость роста, экономические коэффициенты.

- 1) Синтез лимонной кислоты при росте микроорганизмов на этаноле.
- 2) Что такое лимитирование и ингибирование (физиологическое и кинетическое) роста микроорганизмов при периодическом культивировании.
- 3) Механизмы регулирования метаболизма клетками микроорганизмов.
- 4) Каким способом и как можно осуществлять управление роста микроорганизмов в периодических условиях?
- 5) Синтез полисахаридов микроорганизмами при их росте на метаноле.
- 6) Сравнение физиологии развития микроорганизмов при различных непрерывных способах культивирования.
- 7) Синтез аспарагиновой кислоты микроорганизмами при росте на глюкозе.
- 8) Сравнение физиологии развития микроорганизмов при различных периодических способах культивирования.
- 9) Синтез глутаминовой кислоты микроорганизмами при росте на этаноле.
- 10) Понятие лимитирования и ингибирование роста при хемостатном культивировании.

- 11) Продукты ЦТК - предшественники в синтезе аминокислот, направленный синтез аминокислот.
- 12) Влияние концентрации субстрата на рост микроорганизмов при периодическом способах культивирования.
- 13) Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов у прокариотических клеток при метаболизме сахаров.
- 14) Накопление продуктов метаболизма при периодических способах культивирования микроорганизмов.
- 15) Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов у прокариотических клеток при росте на уксусной кислоте.
- 16) Лимитирование роста микроорганизмов при периодическом способе культивирования.
- 17) Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов у прокариотических клеток при росте на n-алканах.
- 18) Хемостатное культивирование, его разновидности, уравнение Моно.
- 19) Эффект Пастера, способы брожения по Нейбергу.
- 20) Феноменологическое описание роста микроорганизмов в периодических условиях
- 21) Направленный синтез лизина при культивировании продуцентов на ацетате.
- 22) Для чего введены понятия удельной скорости роста микроорганизмов и экономические коэффициенты?
- 23) Синтез пептидных антибиотиков микроорганизмами.
- 24) Фазы развития микроорганизмов при различных периодических способах культивирования.
- 25) Анаэробные процессы при росте микроорганизмов на этаноле.
- 26) Влияние концентрации субстрата на рост микроорганизмов в периодических условиях.
- 27) Роль энергетического состояния клетки в процессах регулирования метаболизма
- 28) Идиофаза и протофаза развития микроорганизмов.
- 29) Транспорт веществ в клетки.
- 30) Иммобилизация клеток, как способ управления процессом их роста.
- 31) Синтез жирных кислот при росте микроорганизмов на сахарах.
- 32) Что такое «энергия, идущая на поддержание», как ее можно рассчитать для разных способов культивирования.
- 33) Неполное окисление органических соединений уксуснокислыми бактериями (синтез уксусной кислоты и сорбозы).
- 34) Отличия в кинетике роста грибов и бактерий при периодическом культивировании.
- 35) Направленный синтез глутаминовой кислоты продуцентами при росте на сахарах.
- 36) Оптимизация тубулярного процесса культивирования.
- 37) Синтез моносахаров и полисахаридов при росте микроорганизмов на n-алканах.
- 38) Сравнение физиологии развития микроорганизмов при хемостатном и турбидостатном способах культивирования.
- 39) Направленный синтез лимонной кислоты при росте грибов на сахарах.

Максимальное количество баллов за *экзамен* – 40 баллов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### **8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (7-ой семестр).**

Экзамен по дисциплине «Теоретические основы биотехнологии» проводится в 7-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из двух вопросов, относящихся к указанным разделам.

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»</p> <p>Зав. кафедрой биотехнологии</p> <p>_____ В.И. Панфилов</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>  | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>                         |
|   | <p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p> |
|   | <p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>   |
|   | <p><b>Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология</b></p>            |
| <p><b>Дисциплина «Теоретические основы биотехнологии»</b></p>   |   |
| <p align="center"><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Рост микроорганизмов в периодических условиях, удельная скорость роста, экономические коэффициенты. Основы технологии получения кислых аминокислот микробиологическим синтезом.</p> <p>2. Синтез моносахаров и полисахаридов при росте микроорганизмов на n-алканах.</p> |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Манаков М.Н., Победимский Д.Г. Теоретические основы промышленной биотехнологии. – М.: Высшая школа, 1989 – 310 с.
2. Аткинсон Б. Биохимические реакторы. – М.: "Пищевая промышленность", 1974 – 280 с.
3. Безбородов А.М. Биохимические основы микробиологического синтеза. – М.: "Легкая и пищевая промышленность", 1984 – 304 с.
4. Бирюков В.В. Промышленная биотехнология

#### 6.2.2. Б Дополнительная литература

1. Готтшалк Г. Метаболизм бактерий. – М.: Мир, 1984 – 312 с.
2. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. – М.: Высшая школа, 1989 – 456 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

#### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)

- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 17) компьютерные презентации интерактивных лекций – 3, (общее число слайдов – 45);
- 18) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75);
- 19) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 20) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы биотехнологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Microsoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| 4  | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.             | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5  | ABBYY FineReader 10 Professional Edition   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  |  | бессрочная   |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|---|---|
| Раздел 1. Кинетика роста микроорганизмов.                        | <p><i>Знает:</i> особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования;</p> <p><i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции</p> <p><i>Владеет:</i> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (7-ой семестр)</p> |
| Раздел 2. Основные метаболические процессы в клетках.            | <p><i>Знает:</i> особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; модели роста и образования продуктов; методы культивирования.</p> <p><i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции</p> <p><i>Владеет:</i> методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (7-ой семестр)</p> |
| Раздел 3. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов. | <p><i>Знает:</i> особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста и образования продуктов.</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (7-ой семестр)</p> |

|   |
|---|
| <p><i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции</p> <p><i>Владеет:</i> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> |
|---|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

7. Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Теоретические основы биотехнологии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения |
|----------------------------|---------------------------------|---|
|                            |                                 |   |
|                            |                                 |   |
|                            |                                 |   |
|                            |                                 |   |
|                            |                                 |   |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«30» июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки - «Биотехнология»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«23» июня 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ **Н.А. Макаров**

**Москва 2021 г.**

Программа составлена:

- зав. кафедрой процессов и аппаратов химической технологии, проф., д.т.н.

Л.В. Равичевым

- доцентом кафедры процессов и аппаратов химической технологии, к.т.н.

Т.А. Тарасовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии  
«02» июня 2021 г., протокол № 13

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров **19.03.01 «Биотехнология»** профиль «Биотехнология» в соответствии с рекомендациями методической комиссии Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания предмета кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана и рассчитана на изучение в 7 семестре обучения. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по процессам и аппаратам химической технологии.

### Цель дисциплины:

Существенно расширить, систематизировать и использовать на практике знаний основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, позволяющих выпускникам осуществлять научно-исследовательскую и практическую работу на предприятиях.

### Задачи изучения дисциплины:

- закрепление и использование знаний, полученных при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»;
- систематизация методов расчета тепло- и массообменного оборудования;
- овладение основными принципами организации процессов химической технологии на основе изученных в дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» основ гидромеханики, тепло- и массопередачи.
- развитие понимания физической сущности и общности процессов химической технологии.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «**Проектирование процессов и аппаратов химической технологии**» при подготовке бакалавров по направлению подготовки **19.03.01 «Биотехнология»** профиль «Биотехнология» направлено на приобретение следующих компетенций:

*Общепрофессиональных (ОПК):*

- владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-5).

*Профессиональных (ПК):*

В области производственно-технологической деятельности:

- способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);

– владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ:**

- методы расчета тепло- и массообменных аппаратов;
- основные принципы организации процессов химической технологии;
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;
- методы составления технологических схем с нанесением всех аппаратов.

**УМЕТЬ:**

- составлять материальные и тепловые балансы для систем газ-жидкость;
- рассчитывать параметры тепло- и массообменного оборудования и насосов;
- подбирать стандартное оборудование, используемое в химической промышленности.

**ВЛАДЕТЬ:**

- методологией расчета основных параметров гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;
- основами правильного подбора тепло и массообменного оборудования;
- методами составления технологических схем и графического изображения основного оборудования.

**3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |           |           |
|--|------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад . ч. | Астр .ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>         | <b>72</b> | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,44</b>      | <b>16</b> | <b>12</b> |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44             | 16        | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,56</b>      | <b>56</b> | <b>42</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,56             | 0,4       | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 55,6      | 41,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | Зачет с оценкой  |           |           |

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

**4.1 РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ**

| № п/п | Раздел дисциплины   | Часов акад. |            |                          |
|-------|---|-------------|------------|--------------------------|
|       |   | Всего       | Ауд.з ания | Самос тоятел ьная работа |
|       | <b>Введение.</b> Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание | 7           | 1          | 6                        |

|              |  |           |           |           |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|
|              | принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий. |           |           |           |
| 1            | <b>Раздел 1. Расчет ректификационной колонны.</b>  |           |           |           |
| 1.1          | Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).  | 10        | 2         | 8         |
| 1.2          | Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.   | 10        | 2         | 8         |
| 1.3          | Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Выбор колонны.  | 10        | 2         | 8         |
| 2            | <b>Раздел 2. Расчет и выбор теплообменников.</b>   |           |           |           |
| 2.1          | Расчет кожухотрубчатого испарителя.  | 5         | 1         | 4         |
| 2.2          | Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).  | 3         | 1         | 2         |
| 2.3          | Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).   | 3         | 1         | 2         |
| 2.4          | Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).   | 3         | 1         | 2         |
| 3            | <b>Раздел 3. Гидродинамические расчеты.</b>  |           |           |           |
| 3.1          | Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов   | 3         | 1         | 2         |
| 3.2          | Расчет оптимальных диаметров трубопроводов   | 3         | 1         | 2         |
| 3.3          | Расчет и подбор насосов  | 3         | 1         | 2         |
| 4            | <b>Раздел 4. Графическое оформление.</b> Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1                                 | 12        | 2         | 10        |
| <b>Итого</b> |  | <b>72</b> | <b>16</b> | <b>56</b> |

## 5.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

### Введение.

Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

### Раздел 1. Расчет ректификационной колонны.

### **1.1. Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).**

Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массопередачи. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчет гидравлического сопротивления насадки.

### **1.2. Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.**

Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчет коэффициентов массопередачи, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрффри. Расчет высоты колонны на основе КПД по Мэрффри с построением кинетической линии. Расчет гидравлического сопротивления колонны.

**1.3. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Выбор колонны.**

## **Раздел 2. Расчет и выбор теплообменников.**

Расчет и выбор теплообменников по общей схеме: -расчет тепловой нагрузки; - определение теплового режима и средней движущей силы; - приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности  $F_{op}$ ; - выбор типа и нормализованного варианта конструкции; -определение параметров конструкции (например, для кожухотрубного теплообменника: числа труб и числа ходов, диаметра труб, диаметра кожуха, поверхности теплообменника  $F_{норм}$  и др.); - сопоставление ориентировочной  $F_{op}$  и  $F_{норм}$ ; - сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов; -гидравлический расчет; - выбор оптимального варианта теплообменника.

**2.1. Расчет кожухотрубчатого испарителя.**

**2.2. Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).**

**2.3. Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).**

**2.4. Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).**

## **Раздел 3. Гидродинамические расчеты.**

**3.1** Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов

**3.2.** Расчет оптимальных диаметров трубопроводов

**3.3.** Расчет и подбор насосов

## **Раздел 4. Графическое оформление.**

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в Разделе 1.

## **6. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА**

| №  | Компетенции   | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 |
|----|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | <b>Знать:</b>   |             |             |             |             |
| 1  | - методы расчета тепло- и массообменных аппаратов;  | +           | +           |             |             |
| 2  | - основные принципы организации процессов химической технологии;  | +           | +           | +           | +           |
| 3  | - типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;   | +           | +           | +           | +           |
| 4  | - методы составления технологических схем с нанесением всех аппаратов.  |             |             | +           | +           |
|    | <b>Уметь:</b>   |             |             |             |             |
| 5  | - составлять материальные и тепловые балансы для систем газ-жидкость;   | +           | +           | +           |             |
| 6  | - рассчитывать параметры тепло- и массообменного оборудования и насосов;  | +           | +           | +           |             |
| 7  | - подбирать стандартное оборудование, используемое в химической промышленности.   | +           | +           | +           | +           |
|    | <b>Владеть:</b>   |             |             |             |             |
| 8  | - методологией расчета основных параметров гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;   | +           | +           | +           |             |
| 9  | - основами правильного подбора тепло и массообменного оборудования;   | +           | +           |             | +           |
| 10 | - методами составления технологических схем и графического изображения основного оборудования.  |             |             | +           | +           |
|    | <b>Компетенции:</b>   |             |             |             |             |
| 11 | - владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-5); | +           | +           | +           | +           |
| 12 | - способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);                                  | +           | +           | +           | +           |
| 13 | - владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).  | +           | +           | +           | +           |

## 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (КОНСУЛЬТАЦИИ)

Учебным планом подготовки бакалавров по программе «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии» направления 19.03.01 «Биотехнология» профиль «Биотехнология», предусмотрено проведение аудиторных занятий в объёме 16 часов. Аудиторные занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом в 5 и 6 семестрах, на формирование способности применять теоретические знания на практике. Занятия предусматривают проведение консультаций по текущим разделам выполнения курсового проекта и контроль преподавателем объема выполненных студентом работ согласно плану.

| № п/п | № раздела дисциплины | Аудиторные занятия. Темы консультаций   |
|-------|----------------------|---|
| 1     | Введение.            | <p>1. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий. 1 час</p>   |
| 2     | Раздел 1             | <p>2. Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчет скорости паров и диаметра колонны. 1 час</p> <p>3. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массопередачи. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчет гидравлического сопротивления насадки. 1 час</p> <p>4. Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия. Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. 1 час</p> <p>5. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчет коэффициентов массопередачи, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрффри. Расчет высоты колонны на основе КПД по Мэрффри с построением кинетической линии. Расчет гидравлического сопротивления колонны. 1 час</p> |

|   |           |  |
|---|-----------|--|
|   |           | <p>6. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. 1 час</p> <p>7. Выбор колонны. 1 час.</p>   |
| 3 | Раздел 2  | <p>8. Общая схема расчета теплообменников на примере кожухотрубчатого испарителя. Расчет тепловой нагрузки теплообменников. Определение теплового режима и средней движущей силы. Приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности <math>F_{ор}</math>. Выбор типа и нормализованного варианта конструкции <math>F_{норм}</math>. Определение параметров конструкции. 1 час</p> <p>9. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Гидравлический расчет. Выбор оптимального варианта теплообменника. 0,5 часа</p> <p>10. Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчета. 1 час</p> <p>11. Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчета. 1 час</p> <p>12. Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых) по общей схеме расчета 0,5 часа</p> |
| 4 | Раздел 3  | <p>13. Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов 1 час</p> <p>14. Расчет оптимальных диаметров трубопроводов. 1 час</p> <p>15. Расчет и подбор насосов. 1 час</p>   |
| 5 | Раздел 4. | <p>16. Технологическая схема. Технические характеристики и требования к выполнению спроектированного оборудования. Аппараты, входящие в установку. Основные технологические связи между аппаратами. Элементы, имеющие самостоятельное функциональное назначение (насосы, арматура и т.д.) 1 час</p> <p>17. Чертежи общего вида ректификационной колонны определенного типа. 0,5 часа</p> <p>18. Чертежи деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 0,5 часа.</p>  |

#### 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Учебным планом подготовки бакалавров по дисциплине «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии» направления 19.03.01 «Биотехнология» профиль «Биотехнология», предусмотрена самостоятельная работа в объёме 56 часов. Самостоятельная

работа проводится под руководством преподавателя согласно темам соответствующих разделов плана, обсуждаемых на аудиторных занятиях. Направлена самостоятельная работа на углубление теоретических знаний, полученных студентом в 5 и 6 семестрах, на формирование способности применять теоретические знания на практике, включающих использование компьютерных программ для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерный перечень тем курсовых проектов

- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси хлороформ-дихлорэтан с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – тарельчатая;
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси гексан-гептан с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – тарельчатая;
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси этанол-вода с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – насадочная;
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси бензол-толуол с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – выбрать.
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси ацетон-хлороформ с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – выбрать.

### 8.2. Текущий контроль освоения дисциплины

Промежуточный рейтинговый контроль по дисциплине «**Проектирование процессов и аппаратов химической технологии**» складывается из оценки за выполнение соответствующих разделов. Максимальное количество баллов, которое может быть получено за выполнение всех разделов курсового проекта равно 60.

**Контроль выполнения разделов курсового проекта:**

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы консультаций  | баллы |
|-------|----------------------|--|-------|
| 1     | Введение.            | 1. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий. | 4     |
| 2     | Раздел 1             | 2. Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчет скорости паров и диаметра колонны.   | 4     |
|       |                      | 3. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массопередачи. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчет гидравлического сопротивления насадки.   | 4     |
|       |                      | 4. Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия. Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий.   | 5     |
|       |                      | 5. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчет коэффициентов массопередачи, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрфри. Расчет высоты колонны на основе КПД по Мэрфри с построением   | 4     |

|        |           |  |           |
|--------|-----------|--|-----------|
|        |           | кинетической линии. Расчет гидравлического сопротивления колонны.  |           |
|        |           | 6. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов.  | 2         |
|        |           | 8. Выбор колонны.  | 2         |
| Итого: |           |  | <b>25</b> |
| 3      | Раздел 2  | 8. Общая схема расчета теплообменников на примере кожухотрубчатого испарителя. Расчет тепловой нагрузки теплообменников. Определение теплового режима и средней движущей силы. Приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности $F_{op}$ . Выбор типа и нормализованного варианта конструкции $F_{норм}$ . Определение параметров конструкции. | 3         |
|        |           | 9. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Гидравлический расчет. Выбор оптимального варианта теплообменника.   | 3         |
|        |           | 10. Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчета.   | 3         |
|        |           | 11. Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчета.  | 3         |
|        |           | 12. Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых) по общей схеме расчета.  | 3         |
| Итого: |           |  | <b>15</b> |
| 4      | Раздел 3  | 13. Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов.  | 2         |
|        |           | 14. Расчет оптимальных диаметров трубопроводов.  | 2         |
|        |           | 15. Расчет и подбор насосов.   | 2         |
| Итого: |           |  | <b>6</b>  |
| 5      | Раздел 4. | 16. Технологическая схема. Технические характеристики и требования к выполнению спроектированного оборудования. Аппараты, входящие в установку. Основные технологические связи между аппаратами. Элементы, имеющие самостоятельное функциональное назначение (насосы, арматура и т.д.)   | 5         |
|        |           | 17. Чертежи общего вида ректификационной колонны определенного типа.   | 5         |

|                               |   |    |
|-------------------------------|---|----|
|                               | 18. Чертежи деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1 | 4  |
| Итого:                        |   | 14 |
| Всего сумма набранных баллов: |   | 60 |

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

От 20 до 40 баллов студент получает при итоговом контроле - при защите проекта, которая подразумевает обсуждение расчетов, изложенных в расчетно-пояснительной записке, а также графических материалов и ответов на вопросы:

#### Введение.

Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

1. В каких координатах строятся рабочая и равновесная линии при анализе работы ректификационных колонн графоаналитическим методом?
2. Как обозначаются составы пара и жидкости
3. В процессе ректификации где больше легколетучего компонента – в паре или в жидкости?
4. Как влияет размер насадки на высоту и диаметр аппарата?
5. Как влияет размер насадки на гидравлическое сопротивление аппарата?
6. Для чего осуществляется предварительный нагрев исходной смеси перед подачей в ректификационную колонну
7. Для чего используется дефлегматор?
8. Для чего используется кипятильник?
9. Что обуславливает преимущественное (по сравнению с насадочными) использование тарельчатых ректификационных колонн в крупнотоннажной ректификации (сравниваются тарельчатая и насадочная колонна с одинаковыми габаритными размерами)?
10. В чем состоит назначение насадки или тарельчатых устройств?
11. В чем состоит технологический расчет массообменных аппаратов?
12. Как влияет размер элемента насадки и плотность орошения на гидравлическое сопротивление по газовой фазе?
13. Сопоставить друг с другом тарельчатые и насадочные колонные аппараты. Каковы преимущественные области применения каждого из этих типов колонн?
14. Назовите достоинства тарельчатых колонн по сравнению с насадочными.
15. Назовите достоинства насадочных колонн по сравнению с тарельчатыми.
16. Какие бывают типы тарелок и виды насадок?
17. Сравнение колпачковых, ситчатых, клапанных тарелок.
18. Назвать (и обосновать их необходимость) основные допущения, принимаемые при анализе и расчете установок для непрерывной ректификации бинарных смесей.

#### Раздел 1. Расчет ректификационной колонны.

1. Что называют флегмовым числом ректификационной колонны?
2. Как определяется минимальное флегмовое число при бинарной ректификации?
3. Влияние флегмового числа на размеры ректификационной колонны и расход греющего пара. Определение оптимального флегмового числа при расчете ректификационных колонн.
4. По какому параметру происходит оптимизация процесса при расчете оптимального флегмового числа?
5. Описать с указанием необходимых обозначений и допущений построение рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве расходов фаз.
6. Как изменятся габаритные размеры проектируемой ректификационной колонны при увеличении флегмового числа?
7. Как зависит высота колонны от флегмового числа?

8. Как влияет увеличение флегмового числа на расход и состав флегмы?
9. Как влияет увеличение флегмового числа на тепловую нагрузку дефлегматора и кипятильника?
10. Как влияет увеличение флегмового числа на расход и состав дистиллята?
11. Какое положение занимает рабочая линия для процесса бинарной ректификации при минимальном флегмовом числе?
12. Какое положение занимает рабочая линия для процесса бинарной ректификации при максимальном флегмовом числе?
13. Что такое кинетическая линия? Для чего необходимо было ее строить?
14. Какие величины вы рассчитывали для построения кинетической линии?
15. Изложите порядок построения кинетической линии
16. Приведите уравнение для расчета расхода пара, поступающего из колонны в дефлегматор. Используйте флегмовое число.
17. Что называют единицей переноса?
18. Что называют коэффициентом полезного действия ступени (по Мэрфри):
19. Что такое теоретическая тарелка?
20. Что называют коэффициентом полезного действия тарелки ректификационной колонны?
21. Как изменяются высота и диаметр колонны с уменьшением флегмового числа?
22. Назовите методы расчета высот ректификационных колонн?
23. По какой скорости проводят расчет диаметра ректификационной колонны – пара или жидкости?

## **Раздел 2. Расчет и выбор теплообменников**

1. Как влияет критерий Рейнольдса на коэффициент теплоотдачи при течении в трубах и каналах?
2. Какой физический смысл имеет критерий Нуссельта?
3. Какой физический смысл имеет критерий Прандтля?
4. Какой физический смысл имеет критерий Грасгофа?
5. Назовите примерные численные значения критерия Прандтля для газов и капельных жидкостей.
6. Какая из схем движения теплоносителей обеспечит наибольшую движущую силу процесса теплопередачи (прямоток или противоток)?
7. Как изменится коэффициент теплопередачи и гидравлическое сопротивление при увеличении числа ходов теплообменного аппарата?
8. Как влияет турбулентность движения теплоносителей на коэффициент теплопередачи?
9. Связь коэффициента теплопередачи и коэффициентов теплоотдачи при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки.
10. Какие недостатки имеет многоходовой кожухотрубчатый теплообменник по сравнению с одноходовым?
11. Почему расчет коэффициентов теплоотдачи при конвекции и конденсации паров рассчитываются по разным формулам?
12. При каких значениях критерия Рейнольдса необходим учёт естественной конвекции и расчёт критерия Грасгофа?
13. Как и почему влияет гидродинамический режим течения жидкости в трубе на коэффициент теплоотдачи?
14. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при принудительной конвекции без изменения агрегатного состояния.
15. При каких значениях критерия Рейнольдса необходим учёт естественной конвекции и расчёт критерия Грасгофа?
16. Какие преимущества имеет пластинчатый теплообменник перед кожухотрубным.
- 17.
18. Как влияет турбулентность движения теплоносителей на коэффициент теплопередачи?
19. Связь коэффициента теплопередачи и коэффициентов теплоотдачи при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки.
20. Какие недостатки имеет многоходовой кожухотрубчатый теплообменник по сравнению с одноходовым?
21. Почему расчет коэффициентов теплоотдачи при конвекции и конденсации паров рассчитываются по разным формулам?
22. При каких значениях критерия Рейнольдса необходим учёт естественной конвекции и расчёт критерия Грасгофа?

23. Как и почему влияет гидродинамический режим течения жидкости в трубе на коэффициент теплоотдачи?
24. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при принудительной конвекции без изменения агрегатного состояния.
25. При каких значениях критерия Рейнольдса необходим учёт естественной конвекции и расчёт критерия Грасгофа?
26. Какие преимущества имеет пластинчатый теплообменник перед кожухотрубным.

### **Раздел 3. Гидродинамические расчеты**

1. Что называют напором насоса?
2. Как влияет температура перекачиваемой жидкости на максимально возможную высоту всасывающей линии?
3. Как влияет скорость перекачиваемой жидкости во всасывающей трубе на максимально возможную высоту всасывающей линии?
4. Опишите действие одноступенчатого центробежного насоса, сопоставив его с насосами других типов.
5. В какую форму переходит механическая энергия потока жидкости, теряемая при его движении по трубопроводу?
6. Как влияет критерий Рейнольдса на коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) в ламинарном режиме?
7. Как влияет критерий Рейнольдса на коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) в автомодельном режиме
8. Как изменится расчётная величина запаса на кавитацию для центробежного насоса, если при прочих равных условиях производительность возрастёт?
9. Полезная и потребляемая мощность насоса. Коэффициент полезного действия насоса и его составляющие, поясните физический смысл каждого из них.
10. *Характеристика центробежного насоса. Характеристика сети. Покажите, как определяются напор и мощность насоса при работе его на данную сеть.*
11. *Изобразите графически и сопоставьте зависимости между производительностью и напором для центробежного и поршневого насосов.*
12. *Сопоставьте основные достоинства и недостатки центробежных и поршневых насосов, назвав основные области их применения. Расчет диаметра трубопровода, выбор расчетных скоростей потока и примерные численные их значения для капельных жидкостей, газов, паров.*

### **Раздел 4. Графическое оформление.**

1. Чем был обусловлен выбор теплообменников?
2. Сопоставьте достоинства и недостатки имеющихся в схеме теплообменников (кожухотрубного, двухтрубного («труба в трубе»), пластинчатого) теплообменников аппаратов и назовите области их применения.
3. Опишите принцип действия пластинчатого теплообменника для жидкостей. Сопоставьте достоинства и недостатки этого аппарата с кожухотрубчатый теплообменником.
4. Объясните принцип действия конденсатоотводчика. Приведите схему устройства.
5. Чем отличаются одноходовые кожухотрубные теплообменники от многоходовых?
6. Пояснить принцип действия измерительных приборов и узлов автоматизации.
7. Обсуждение конструкции крепления тарелок
8. Как определяется внутренний диаметр колонного аппарата
9. Как выбирается расстояние между тарелками колонных аппаратов
10. Предназначения люков, штырей, цапф.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **9.1. Рекомендуемая литература.**

#### **А) Основная литература:**

1. Дмитриев Е.А. Теплообменные аппараты химических производств: учеб. Пособие / Е.А. Дмитриев, Е.П. Моргунова, Р.Б. Комляшев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 88 с.
2. Равичев Л.В., Трушин А.М., Комляшев Р.Б., Васильев А.С., Ильина С.И., Сальникова Л.С. Физико-химические свойства веществ: Методические указания по курсовому проектированию. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. - 104 с.
3. Процессы и аппараты химической технологии. Трубопроводы в химических производствах: Е.А. Дмитриев, С.И. Ильина, И.К. Кузнецова, О.В. Кабанов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 31 с.
4. Насосы химических производств: учебно-методическое пособие/ сост. Е.А. Дмитриев, Е.П. Моргунова, Р.Б. Комляшев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 48 с.
5. Аппаратура процессов разделения гомогенных и гетерогенных систем: учеб. пособие/ Е.А. Дмитриев, Р.Б. Комляшев, Е.П. Моргунова, А.М. Трушин, А.В. Вешняков, Л.С. Сальникова – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 104 с.
6. Разинов А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / А.И. Разинов, А.В. Клинов, Г.С. Дьяконов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – 860 с.

#### **В) Дополнительная**

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию /ред. Ю. И. Дытнерский. - 4-е изд. М.: Альянс, 2008.- 493 с.
2. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Альянс, 2005. - 750 с.
3. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): Учебн. пособие для вузов. - СПб.: Химиздат, 2009. -544 с
4. Коган В.Б., Фридман В.М., Кафаров В.В., Равновесие между жидкостью и паром. Кн. 1-2, М.- Л.: Наука. 1966. - 640+786 с.
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов.- М.: РусМедиаКонсалт.- 2004. - 576 с.
6. Рид, Р. Свойства газов и жидкостей: пер. с англ. / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л : Химия.-1982. - 592 с.
7. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Пер. с англ. М.: «Химия»,1982. – 696 с.
8. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 кн./ Ю.И.Дытнерский.3-е изд. - М.: Химия, 2002. – 768 с.
9. Бобылёв В.Н. Подбор и расчёт трубчатых теплообменников: Учеб.-метод. пособие /РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 80 с.
10. Бобылёв В.Н. Свойства веществ. Справочное пособие / РХТУ им. Д.И.Менделеева; Сост. В.Н.Бобылев. М., 1996. 24 с.

11. Бобылёв В.Н. Физические свойства наиболее известных химических веществ: Справочное пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 24 с.
12. Рамм В.М. Абсорбция газов. М.: Химия, 1976.- 654 с.
13. Мартюшин С.И., Карцев Е.В., Ковалев Ю.Н. Методические указания. К расчету ректификационных колонн для разделения бинарных смесей с применением ЭВМ. М., МХТИ им. Д.И. Менделеева. 1984. - 38с.
14. Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Изд.3-е. М.: Химия, 1978.
15. Перри Дж. Справочник инженера-химика: Пер. с англ. Т.1. Л.: Химия, 1969. - 940с.
16. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 226 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс).
17. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 2 : учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 227 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
18. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 3 : учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 247 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
19. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 4 : учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 327 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
20. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 5 : учебник для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 219 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
21. Комиссаров Ю.А. Химическая технология : научные основы процессов ректификации. В 2 ч. Часть 1 : учеб. пособие для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 270 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
22. Комиссаров Ю.А. Химическая технология : научные основы процессов ректификации. В 2 ч. Часть 2 : учеб. пособие для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 416 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
23. Комиссаров Ю.А. Основы конструирования и проектирования промышленных аппаратов : учеб. пособие для вузов / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 368 с. – (Серия: Университеты России).

## 9.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

- Справочные материалы и программы на сайте кафедры процессов и аппаратов [www.chem.-eng.ru](http://www.chem.-eng.ru).

- Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования (в курсовых работах и курсовых проектах).

- Мультимедийные средства (основные типы гидродинамических, теплообменных и массообменных аппаратов химической технологии).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 16.05.2021).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 16.05.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 16.05.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 16.05.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного

процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

В соответствии с учебным планом занятия по рабочей программе дисциплины **«Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»** занятия проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

**Учебная аудитория** для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

**Компьютерный класс** с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Печатные материалы для семинаров и самостоятельной работы.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства.**

Для проведения занятий имеются компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства; подключение к локальной сети с выходом в Интернет.

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам),

содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

#### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы.**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине, методические рекомендации, раздаточный материал к практическим занятиям; электронные учебные издания, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и электронном виде.

#### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения.**

| № п/п | Наименование программного продукта                                     | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---------------------|--|
| 1     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | 14                  | бессрочно  |
| 2     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 14                  | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## **12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| Наименование модулей | Основные показатели оценки | Формы и методы контроля и оценки |
|----------------------|----------------------------|----------------------------------|
|----------------------|----------------------------|----------------------------------|

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>Раздел 1. Расчет ректификационной колонны.</b></p> | <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять материальные и тепловые балансы для конкретного технологического процесса (ректификации бинарных смесей);</li> <li>- подбирать стандартное оборудование, используемое в химической промышленности;</li> <li>- рассчитывать параметры массообменного оборудования</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией расчета основных параметров массообменных процессов;</li> <li>- основами правильного подбора массообменного оборудования;</li> </ul> <p><b>Знает:</b> - методы расчета массообменных аппаратов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации процессов химической технологии;</li> <li>- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;</li> </ul> | <p>Устный опрос и тестирование по разделу 1.</p> <p>Максимальная оценка - 15 баллов</p> <p>Зачет с оценкой: максимальная оценка 10 баллов.</p> |
| <p><b>Раздел 2. Расчет и выбор теплообменников.</b></p>  | <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять материальные и тепловые балансы для систем газ (пар)-жидкость;</li> <li>- рассчитывать параметры теплообменного оборудования;</li> <li>- подбирать стандартное теплообменное оборудование, используемое в химической промышленности.</li> </ul>  | <p>Устный опрос и тестирование по разделу 2.</p> <p>Максимальная оценка - 15 баллов</p> <p>Зачет с оценкой: максимальная оценка 10 баллов.</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией расчета основных параметров тепловых процессов;</li> <li>- основами правильного подбора теплообменного оборудования;</li> <li>- методами составления технологических схем и графического изображения основного оборудования.</li> </ul> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета теплообменных аппаратов;</li> <li>- основные принципы организации теплообменных процессов в химической технологии;</li> <li>- типовые теплообменные процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.</li> </ul> |  |
| <p><b>Раздел 3.<br/>Гидродинамические расчеты.</b></p> | <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять материальные балансы текущей жидкости;</li> <li>- рассчитывать параметры насосов;</li> <li>- подбирать стандартное гидродинамическое оборудование, используемое в химической промышленности.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией расчета основных параметров гидромеханических процессов;</li> </ul>  | <p>Устный опрос и тестирование по разделу 3.</p> <p>Максимальная оценка - 15 баллов</p> <p>Зачет с оценкой: максимальная оценка 10 баллов.</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами правильного подбора оборудования;</li> <li>- методами составления технологических схем.</li> </ul> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации гидродинамических процессов в химической технологии;</li> <li>- типовые элементы трубопроводной арматуры в химической технологии.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы составления технологических схем с нанесением всех аппаратов.</li> </ul>  |  |
| <p><b>Раздел</b><br/><b>Графическое оформление</b></p> | <p><b>4. Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подбирать стандартное оборудование, используемое в химической промышленности.</li> <li>- оформлять графическую часть при проектировании процессов химической технологии.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами составления технологических схем и графического изображения основного оборудования.</li> </ul> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации процессов химической технологии;</li> <li>- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;</li> <li>- методы составления технологических схем с нанесением всех аппаратов.</li> </ul> | <p>Устный опрос и тестирование по разделу 4.</p> <p>Максимальная оценка - 15 баллов</p> <p>Зачет с оценкой: максимальная оценка 10 баллов.</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»**  
основной образовательной программы  
**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки - «Биотехнология»**

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения: **очная**

| Номер<br>измени<br>я/<br>дополнен<br>ия | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                            |
|---|---------------------------------|---|
| 1.                                      |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |
| 2.                                      |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« » июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической  
технологии»**

Направление подготовки **19.03.01 Биотехнология**

Профиль подготовки «Биотехнология»

Квалификация **бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«23» июня 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ **Н.А. Макаров**

Москва 2021 г.

Программа составлена:

- зав. кафедрой процессов и аппаратов химической технологии, д.т.н., доц.  
Л.В. Равичевым
- доцентом кафедры процессов и аппаратов химической технологии Т.А.  
Тарасовой
- доцентом кафедры процессов и аппаратов химической технологии О.В.  
Кабановым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии  
«02» июня 2021 г., протокол № 13

#### 4. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров **19.03.01 Биотехнология**, в соответствии с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания предмета кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Дисциплина *«Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии»* относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку в области процессов и аппаратов химической технологии.

**Цель дисциплины** - закрепление знаний, полученных при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» в области основ гидравлических, теплообменных и массообменных процессов, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской и проектно-технологической деятельности.

##### **Задачи дисциплины:**

- изучение основ гидромеханики, тепло- и массопередачи;
- изучение теории и практики базовых процессов с акцентом на основные закономерности и общие принципы анализа, моделирования, расчета и рационального использования этих процессов, их эффективное энергообеспечение и аппаратурное оформление;
- развитие понимания физической сущности и общности процессов химической технологии.
- овладение основными принципами организации процессов химической технологии на основе изучаемых в курсе «Процессы и аппараты химической технологии» основ гидромеханики, тепло- и массопередачи.

Дисциплина *«Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии»* преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

#### 5. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

| <b>Код и наименование ОПК</b> |  |
|-------------------------------|--|
| ОПК – 6.                      | Владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий |

Обладать следующими профессиональными компетенциями:

| <b>Код и наименование ПК</b> |   |
|------------------------------|---|
| ПК - 10                      | Владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов |
| ПК – 11                      | готовностью использовать современные информационные технологии в своей                |

|  |   |
|--|---|
|  | профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ. |
|--|---|

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **ЗНАТЬ:**

- законы переноса импульса, теплоты и массы;
- основные уравнения прикладной гидравлики и закономерности перемещения жидкостей;
- основные закономерности процессов осаждения, фильтрования и течения через зернистые слои;
- физическую сущность процессов тепло- и массообмена; основные кинетические закономерности массопереноса для систем газ(пар)-жидкость;
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.

### **УМЕТЬ:**

- определять характер движения жидкостей и газов;
- использовать основные кинетические закономерности тепло- и массопереноса при анализе тепловых и массообменных процессов;
- составлять материальные и тепловые балансы для систем газ (пар)-жидкость;
- рассчитывать параметры насосного, тепло- и массообменного оборудования;
- составлять технологические схемы и изображать на них основные аппараты;
- анализировать экспериментально полученные и теоретически рассчитанные показатели работы аппаратов.

### **ВЛАДЕТЬ:**

- методологией расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.
- методами составления технологических схем.

## 6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |            |            |
|--|------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ               | Акад. час. | Астр. час. |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | 2                | 72         | 54         |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>      | <b>32</b>  | <b>24</b>  |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,89             | 32         | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,11</b>      | <b>40</b>  | <b>30</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,11             | 0,2        | 0,15       |

|  |                        |      |       |
|--|------------------------|------|-------|
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                        | 39,8 | 29,85 |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет с оценкой</b> |      |       |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

##### 4.2 РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

| № п/п | Раздел дисциплины   | Часов. академических |          |             |             |
|-------|---|----------------------|----------|-------------|-------------|
|       |   | Всего                | Лекции   | Лабор. раб. | Сам. работа |
| 1     | Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.                              | 18                   | -        | 8           | 10          |
| 2     | Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.                                       | 18                   | -        | 8           | 10          |
| 3     | Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).       | 18                   | -        | 8           | 10          |
| 4     | Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы). | 18                   | -        | 8           | 10          |
|       | <b>ИТОГО</b>  | <b>72</b>            | <b>-</b> | <b>32</b>   | <b>40</b>   |

##### 4.3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

**Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.** Основные понятия и определения гидродинамических процессов. Основы теории переноса. Гидростатика. Гидродинамика. Перемещение жидкостей.

**Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.** Основные понятия и определения в теплопередаче. Перенос энергии в форме теплоты. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

**Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).** Основные понятия и определения в массопередаче. Механизмы переноса массы. Фазовое равновесие. Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов. Абсорбция. Дистилляция. Ректификация.

**Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).** Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы. Осаждение. Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдооживленные слои. Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей.

#### 9. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | Компетенции   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 |
|---|---|----------|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>   |          |          |          |          |
| 1 | теоретические основы процессов химической технологии; законы, их описывающие; физическую сущность процессов, схемы установок; конструкции аппаратов и принцип их работы; методику расчета процессов и аппаратов; принципы моделирования и масштабного перехода, правильного выбора аппаратуры для проведения соответствующих процессов и возможности их интенсификации; современные достижения науки и техники в области химической технологии. | +        | +        | +        | +        |
|   | <b>Уметь:</b>   |          |          |          |          |
| 1 | правильно применять теоретические знания при решении конкретных задач обоснованного выбора: а) конструкции аппаратов для проведения определенных процессов; б) режимных параметров работы аппаратов; в) схемы проведения процессов.   | +        | +        | +        | +        |
|   | <b>Владеть:</b>   |          |          |          |          |
| 1 | - методологией расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;   | +        | +        | +        | +        |
| 2 | - методами составления технологических схем.  | +        | +        | +        | +        |
|   | <b>Общепрофессиональные компетенции:</b>  |          |          |          |          |
| 1 | - владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК – 6).   | +        | +        | +        | +        |
|   | <b>Профессиональные компетенции (ПК):</b>   |          |          |          |          |
| 2 | - владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК – 10);  | +        | +        | +        | +        |
| 3 | - готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК – 11).  | +        | +        | +        | +        |

## 10. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практические занятия по дисциплине рабочей программой не предусмотрены.

## 6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.

Лабораторные занятия подразделяются на разделы, соответствующие изучаемым разделам дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии».

Лабораторный практикум по дисциплине «*Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии*» выполняется в соответствии с Учебным планом в 6 семестре и занимает 32 акад. ч. Лабораторные работы охватывают 4 раздела дисциплины. Учебным планом предусмотрено выполнение 7 лабораторных работ из представленного ниже списка в течение 8 недель: на каждой неделе выполняется одна лабораторная работа, последняя неделя предусматривает защиту выполненных лабораторных работ. Выбор выполняемых студентами работ и маршрут выполнения определяется преподавателем.

Для выполнения лабораторного практикума предусматривается 4 академических часа в неделю, в течение которых студенты находятся непосредственно в лаборатории, изучают оборудование, установки и выполняют работу при непосредственном руководстве преподавателя. Итого контактной работы: 32 академических часа или 24 астрономических часа.

Выполнение соответствующих расчетов, построение схем, графиков предусмотрено в ходе 40 часов академических самостоятельной работы в семестре.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 60 баллов (1, 2, 5, 6, 7 – по 8 баллов, 3,4 – по 10 баллов максимально). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | Исследование режимов течения жидкостей.   | 4    |
| 2     | 1                    | Изучение профиля скоростей потока в трубопроводе.   | 4    |
| 3     | 1                    | Гидравлическое сопротивление в трубопроводах (металлическом и стеклянном) и элементах трубопроводной арматуры.  | 4    |
| 4     | 1                    | Определение гидравлического сопротивления прямого участка трубопровода.   | 4    |
| 5     | 1                    | Определение гидравлического сопротивления в элементах трубопроводной арматуры (диафрагма, дроссельный вентиль). | 4    |
| 6     | 1                    | Определение гидродинамического сопротивления сухой ситчатой тарелки колонного аппарата.                         | 4    |
| 7     | 1                    | Определение гидравлического сопротивления орошаемой ситчатой тарелки колонного аппарата.                        | 4    |
| 8     | 1                    | Измерение гидравлического сопротивления трубного и межтрубного пространства теплообменного аппарата.            | 4    |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 9  | 1 | Калибровка расходомера весовым методом.   | 4 |
| 10 | 1 | Изучение характеристик центробежных насосов.  | 4 |
| 11 | 2 | Определение коэффициента теплопередачи в двухтрубных теплообменниках.   | 4 |
| 12 | 2 | Теплопередача в металлическом и стеклянном кожухотрубных теплообменниках.   | 4 |
| 13 | 2 | Интенсивность теплопередачи в пластинчатом теплообменнике   | 4 |
| 14 | 2 | Изучение процесса нестационарного теплообмена в аппарате с мешалкой и погружным змеевиком.  | 4 |
| 15 | 3 | Определение коэффициентов массоотдачи в газовой фазе при испарении жидкости в воздушный поток или при конденсации пара на пленке жидкости в насадочной колонне. | 4 |
| 16 | 3 | Определение коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе при десорбции диоксида углерода из воды в пленочной колонне.  | 4 |
| 17 | 3 | Изучение совместного тепло- и массообмена в насадочной колонне.   | 4 |
| 18 | 3 | Изучение процесса простой перегонки бинарной смеси изопропанол-вода.  | 4 |
| 19 | 3 | Изучение процесса простой перегонки бинарной смеси вода-этиленгликоль.  | 4 |
| 20 | 3 | Изучение процесса периодической ректификации бинарной смеси этанол-вода.  | 4 |
| 22 | 3 | Разделение растворов низкомолекулярных веществ обратным осмосом.  | 4 |
| 23 | 4 | Определение скорости свободного осаждения твердых частиц и всплытия пузырей в жидкостях.  | 4 |
| 24 | 4 | Изучение процесса фильтрования суспензии.   | 4 |
| 25 | 4 | Гидродинамика неподвижного и псевдооживленного зернистого слоя.   | 4 |

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебным планом подготовки бакалавров по дисциплине *«Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии»* предусмотрена самостоятельная работа в объеме 40 часов. Самостоятельная

работа проводится после выполнения соответствующей лабораторной работы под руководством преподавателя согласно установленному преподавателем маршруту.

Направлена самостоятельная работа на углубление теоретических знаний, получаемых студентом в 5 и 6 семестрах по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» и на формирование способности применять теоретические знания на практике. Самостоятельная работа подразумевает составление и описание схем лабораторных установок; описание методик выполнения работ; обработку экспериментальных данных, включающую осуществление расчетов, построение графиков по данным, полученным в ходе выполнения соответствующей лабораторной работы; сравнение результатов, полученных по данным эксперимента с расчетами по теоретическим или приведенным в литературе формулам.

#### **10. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общее количество баллов, выставляемое на итоговом зачете по дисциплине *«Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии»* складывается из 60 баллов, набираемых студентом в результате выполнения и защиты семи лабораторных работ и 40 баллов на зачете.

Для выставления баллов за выполнение каждой лабораторной работы используются вопросы текущего контроля к лабораторным работам. Для оценки знаний студентов на итоговом зачете используются вопросы и тесты итогового контроля.

#### **8.1. Текущий контроль освоения дисциплины. Примеры контрольных вопросов к лабораторным работам.**

#### **Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.**

##### **Вопросы к защите лабораторной работе «Исследование режимов течения жидкостей».**

1. Какие режимы движения наблюдают при течении жидкости? Как изменяется характер движения жидкостных частиц при переходе от одного режима к другому?
2. Физический смысл критерия Рейнольдса. Чему равно нижнее и верхнее критические числа Рейнольдса для труб круглого сечения?
3. От каких факторов зависит переход от одного режима течения к другому?
4. Дайте определение динамической и кинематической вязкости и укажите их единицы измерения.
5. Объясните принцип работы ротаметра.
6. Опишите эпюру скоростей при ламинарном и турбулентном режимах течения.
7. Каково соотношение между средней и максимальной скоростями при ламинарном и турбулентном режимах течения жидкости?
8. На что влияет внезапное или постепенное расширение или сужение потока?
9. Укажите формулы, по которым рассчитывается критерий Рейнольдса для круглой трубы и для потоков произвольного поперечного сечения.

10. Приведите уравнение, описывающее профиль скорости при ламинарном режиме течения в круглой трубе.

## **Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.**

### **Вопросы к защите лабораторной работе «Теплопередача в двухтрубном теплообменнике»**

1. Какие способы переноса теплоты вы знаете? Какими способами переносится теплота в различных средах?
2. Какие теплообменники, применяемые в химической промышленности, вы знаете?
3. Какие теплоносители, используемые для подогрева и охлаждения в химической промышленности, вы знаете? Области их применения. Какие у них достоинства и недостатки?
4. Как выбор взаимного направления движения теплоносителей влияет на теплообмен? В каком из теплообменников настоящей установки (подогревателе или «труба в трубе») взаимное направление теплоносителей не может влиять на процесс теплообмена?
5. Влияние загрязнений на процесс теплообмена. В каком случае наличие загрязнений существенно снижает коэффициент теплопередачи?
6. Каково влияние структуры потока на движущую силу теплообмена.
7. Влияние гидродинамики на процесс переноса теплоты. Как осуществляется турбулизация потока в теплообменных аппаратах?
8. Зачем нужна тепловая изоляция? Принцип выбора тепловой изоляции.
9. Для чего нужен гидрозатвор в данной лабораторной установке?
10. Дайте определения коэффициентам теплоотдачи и теплопередачи. Какова связь между ними?

## **Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).**

### **Вопросы к защите лабораторной работы «Изучение массоотдачи в жидкой фазе»**

1. Основное уравнение массопередачи, коэффициент массопередачи его физический смысл и размерность.
2. Уравнение массоотдачи, коэффициент массоотдачи, его размерность и физический смысл.
3. Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений. Проанализировать уравнение для случаев хорошо и плохо растворимых газов.
4. Принципы интенсификации процессов массообмена. Влияние скорости движения фаз на процесс абсорбции.
5. Основные критерии подобия диффузионных процессов и их физический смысл.
6. Достоинства и недостатки пленочных абсорбционных аппаратов.

## **Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).**

## **Вопросы к защите лабораторной работы «Определение скорости свободного осаждения твердых частиц и всплытия пузырей в жидкостях»**

1. Каковы условия установления стационарного осаждения частицы?
2. Какое значение площади ( $S$ ) используется в уравнении баланса сил?
3. Сформулируйте физический смысл чисел  $Re$  и  $Ar$ .
4. Какова граница медленного движения, принятая в данной работе?
5. Дайте определение эквивалентной сферы.
6. Что такое динамический коэффициент формы и параметр сферичности?
7. В чём отличие стеснённого и свободного осаждения?
8. Сформулируйте схему расчёта скорости осаждения сферической и несферической частицы.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины**

40 баллов студент получает при итоговом контроле - зачете, который подразумевает обсуждение выполненных лабораторных работ, ответы на вопросы и проведение итогового тестирования.

### **Примеры контрольных вопросов итогового контроля.**

## **Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.**

39. Проведите уравнение постоянства расхода неразрывно текущей жидкостью канала (трубопровода) с переменным поперечным сечением.
40. Напишите основное уравнение гидростатики. Назовите практические приложения этого уравнения. Закон Паскаля.
41. Как определяется коэффициент гидравлического трения при ламинарном движении жидкости в трубе круглого поперечного сечения.
42. Напишите уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Каков физический смысл слагаемых этого уравнения? Приведите примеры практического использования этого уравнения (измерение расхода).
43. Опишите особенности движения реальной жидкости. Приведите вид уравнения Бернулли для реальной жидкости. Каков его энергетический смысл?
44. Напор насоса, его энергетический смысл. Напишите формулу для расчета напора проектируемого к установке насоса. Напишите формулу для расчёта напора действующего насоса (через показания манометра и вакуумметра).
45. Как определяется высота всасывания насоса. От каких факторов зависит допустимая высота всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчета высоты всасывания.
46. Что такое гидравлический радиус и эквивалентный диаметр? Расчет эквивалентного диаметра в канале с некруглым поперечным сечением. Приведите примеры.
47. Охарактеризуйте ламинарное и турбулентное течения. Общие характеристики турбулентного течения. Изобразите, поясните и сопоставьте профили скоростей в трубопроводе при турбулентном и ламинарном режимах течения жидкости.
48. Расчет диаметра трубопровода, выбор расчетных скоростей потока и примерные численные их значения для капельных жидкостей, газов, паров.
49. Как определяются потери напора на трение при ламинарном и турбулентном движении?
50. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости.
51. Что такое «гидравлическая гладкость» при течении жидкостей по трубопроводам? Каковы условия, в которых она проявляется?
52. Приведите с необходимыми пояснениями расчетную формулу для определения потерь давления (напора) при течении жидкостей через трубопроводы и каналы. (С учетом трения и местных сопротивлений.) Принципы измерения скоростей и расходов жидкостей в трубопроводах, основанные на определении перепада давления.

53. Изобразите графически и сопоставьте зависимости между производительностью и напором центробежного насоса.
54. Характеристика центробежного насоса и характеристика сети. Покажите, как определяется напор и мощность насоса при работе его на данную сеть.
55. Полезная и потребляемая мощность насоса. Коэффициент полезного действия насоса и его составляющие, поясните физический смысл каждого из них. Приведите с необходимыми пояснениями формулу для расчета мощности двигателя насоса.
56. Как влияет температура перекачиваемой жидкости на предельную высоту всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчета высоты всасывания.
57. Изобразите схему устройства и опишите действие центробежного насоса, сопоставив его с насосами других типов.
58. Сопоставьте достоинства и недостатки центробежных и поршневых насосов, назвав основные области их применения.

#### *Раздел 2 Тепловые процессы и аппараты химической технологии.*

51. Напишите критерии теплового подобия (Критерии Фурье, Нуссельта, Пекле, Прандтля). Каков их физический смысл.
52. Напишите уравнение теплопроводности через однослойные и многослойные плоские стенки для стационарного процесса. Изобразите графически профили изменения температуры по толщине таких стенок, различающихся коэффициентами теплопроводности. Каковы размерность и физический смысл коэффициента теплопроводности?
53. Напишите уравнение аддитивности термических сопротивлений при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки.
54. Связь коэффициента теплопередачи и коэффициентов теплоотдачи при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки. Какова размерность и каков физический смысл этих коэффициентов?
55. Напишите уравнение для расчета движущей силы теплопередачи при переменных температурах теплоносителей вдоль поверхности теплообмена.
56. Механизмы переноса энергии в форме теплоты в жидкостях и газах.
57. Приведите порядок расчёта поверхности теплопередачи теплообменников. приведите соответствующие пояснения, входящих в формулы величин.
58. Сравнение прямого тока с противотоком.
59. Уравнения тепловых балансов при изменении и без изменения фазового состояния систем.
60. Напишите уравнения теплопередачи и теплоотдачи. Что является движущими силами этих процессов? Каковы размерности и физический смысл коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи?
61. Как осуществляется отвод конденсата при использовании водяного пара в качестве теплоносителя? Каково назначение и принципы действия конденсатоотводчиков?
62. Как и почему влияет гидродинамический режим течения жидкости в трубе на коэффициент теплоотдачи? Изобразите и поясните примерные профили изменения скорости и температуры в поперечном сечении трубы при ламинарном и при турбулентном режимах.
63. Влияние взаимного направления движения теплоносителей на среднюю движущую силу процесса. В каких случаях средняя движущая сила не зависит от взаимного направления потоков?
64. Теплоотдача при конденсации (описание процесса). Что такое пленочная и капельная конденсация? От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи при конденсации.
65. Изобразите схему устройства кожухотрубного теплообменника.
66. Изобразите многоходовой по межтрубному пространству кожухотрубный теплообменник.
67. Чем отличаются одноходовые теплообменники от многоходовых?
68. Изобразите схему устройства кожухотрубного и двухтрубного («труба в трубе») теплообменников. Сопоставьте достоинства и недостатки этих аппаратов и назовите области их применения.
69. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия теплообменника "труба в трубе". Сопоставьте эти теплообменники с кожухотрубными.
70. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия пластинчатого теплообменника для жидкостей. Сопоставьте достоинства и недостатки этого аппарата с кожухотрубным теплообменником.

### **Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).**

50. Какие вы знаете диффузионные критерии подобия. Определяемый и определяющие критерии. Физический смысл массообменных критериев подобия.
51. Напишите уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений.
52. Напишите соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Из каких уравнений получают коэффициенты массоотдачи?
53. Напишите уравнение материального баланса при абсорбции.
54. Напишите уравнение рабочей линии для массообменных аппаратов (на примере абсорберов) при противоточном движении фаз идеальным вытеснением в условиях неизменности их расхода. Как определяется минимальный удельный расход абсорбента?
55. Напишите уравнения для расчета средней движущей силы массопередачи.
56. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов с непрерывным и со ступенчатым контактом фаз.
57. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения и числа единиц переноса.
58. Материальный баланс процесса простой перегонки. Расчет количества кубового остатка, количества и среднего состава дистиллята.
59. Как выглядит уравнение рабочей линии для укрепляющей части ректификационной колонны. Описать, как строят рабочие линии на диаграмме  $y-x$ , сформулировав необходимые допущения.
60. Зависимость между флегмовым числом, размерами колонны и расходом теплоты при ректификации.
61. Основное уравнение массопередачи. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массопередачи и массоотдачи. Их размерности и физический смысл.
62. Что такое теоретическая ступень разделения («теоретическая тарелка»)? Как это понятие применяется для оценки эффективности и расчета массообменных аппаратов со ступенчатым и непрерывным контактом фаз?
63. Гидродинамические режимы в насадочных аппаратах.
64. Влияние флегмового числа на размеры ректификационной колонны и расход греющего пара. Как зависит высота колонны от флегмового числа?
65. Сопоставить друг с другом тарельчатые и насадочные колонные аппараты. Каковы преимущественные области применения каждого из этих типов колонн?
66. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Для чего используется насадка? Какие бывают насадки? Сравнить насадочные и тарельчатые колонные.
67. Изобразить с необходимыми обозначениями и пояснениями схемы установок для простой перегонки.
68. Изобразите с необходимыми обозначениями и пояснениями схему установки для непрерывной ректификации бинарных жидких смесей.
69. Что такое теоретическая тарелка?

#### **Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).**

15. Составить уравнения материального баланса при разделении суспензий и вывести из них выражения для расчета массового расхода осветленной жидкости и осадка.
16. Осаждение под действием силы тяжести. Какие силы действуют на частицу при ее осаждении?
17. Чем определяется скорость осаждения частиц сферической формы под действием силы тяжести?
18. Критерий Архимеда при осаждении, его физический смысл, использование в расчетах скорости осаждения.
19. Какой вид уравнения фильтрации при постоянном перепаде давления используется для экспериментального определения сопротивления осадка и фильтровальной перегородки?
20. Как определяется диаметр аппарата с псевдооживленным слоем?
21. Действительная и фиктивная (приведенная) скорости потока в зернистом слое. Каково соотношение между ними?
22. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Сопроводить ответ графическими изображениями зависимостей потери давления и высоты слоя от скорости потока.
23. Назвать и сопоставить основные способы разделения суспензий. Указать их преимущественные области применения.
24. Охарактеризовать основные способы очистки газов от пыли. Указать их преимущественные области применения.

### **8.3. ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ К ЗАЧЕТУ С ОЦЕНКОЙ**

## Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0$$

1. Уравнение:

А) является дифференциальным уравнением неразрывности потока несжимаемой жидкости при неустановившемся движении.

Б) является дифференциальным уравнением неразрывности потока сжимаемой жидкости при установившемся движении.

В) является дифференциальным уравнением неразрывности потока несжимаемой жидкости при установившемся движении.

2. Отметьте неверное утверждение:

А) из уравнения Бернулли следует, что при неустановившемся движении идеальной жидкости сумма потенциальной и кинетической энергии жидкости для каждого из поперечных сечений потока остается неизменной

Б) согласно уравнению Бернулли при установившемся движении идеальной жидкости количество энергии, поступающей с потоком через начальное сечение трубопровода равно количеству энергии, удаляющейся с потоком через конечное сечение трубопровода.

В) согласно уравнению Бернулли при установившемся движении идеальной жидкости сумма скоростного и статического напоров не меняется при переходе от одного поперечного сечения потока к другому.

3. Какие из перечисленных ниже насосов пригодны для перекачивания высоковязких жидкостей?

А) Кулачковый Б) вихревой В) винтовой В) осевой (пропеллерный) В) центробежный

4. Уравнения Навье-Стокса

А) совместно с уравнением Бернулли описывает поле скоростей и давлений в потоке вязкой несжимаемой жидкости;

Б) совместно с уравнением неразрывности описывает поле скоростей и давлений в потоке вязкой несжимаемой жидкости;

В) совместно с уравнением неразрывности описывает поле скоростей и давлений в потоке идеальной жидкости

5. Какие меры из перечисленных ниже позволят избежать кавитации в центробежном насосе?

А) уменьшение высоты всасывающей линии. Б) увеличение высоты всасывающей линии.

В) уменьшение числа оборотов насоса. Г) увеличение числа оборотов насоса.

6. Как изменится напор насоса, если частота вращения рабочего колеса увеличится в два раза?

А) увеличится в восемь раз. Б) уменьшится в четыре раза. В) увеличится в четыре раза.

Г) уменьшится в два раза. Д) увеличится в два раза.

7. Чему равен отрезок, отсекаемый на оси «Н» характеристикой сети при условии равенства давлений в ёмкостях

А) длине трубопровода Б) геометрической высоте подъёма жидкости.

В) потерям напора в трубопроводе Г) высоте между точками присоединения манометра и вакуумметра.

8. Какой из перечисленных ниже насосов обеспечит наибольшую производительность?

А) плунжерный Б) водоструйный В) центробежный Г) осевой Д) вихревой

9. Отметьте недостатки поршневого насоса (по сравнению с центробежным).

А) низкая производительность.

Б) низкий напор.

В) неравномерность подачи.

Г) низкий КПД.

Д) необходимость заполнения насоса жидкостью перед пуском.

10. Напишите, из каких величин состоит критерий Фруда. Что он учитывает?

## Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.

**Пример тестового задания:**

1. Отметьте верное утверждение:

Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена (или уравнение Фурье-Кирхгофа)

А) является частным случаем дифференциального баланса энергии в форме теплоты в движущейся среде, где имеет место перенос энергии конвекцией.

Б) является частным случаем дифференциального баланса энергии в форме теплоты в движущейся среде, где имеет место перенос энергии теплопроводностью.

В) является частным случаем дифференциального баланса энергии в форме теплоты в неподвижной среде, где имеет место перенос энергии теплопроводностью.

2. Уравнения Фурье-Кирхгофа на практике используется совместно с граничным условием, которое имеет вид:

А)  $\frac{\partial (T - T_{ct})}{\partial x} = \lambda_T \text{ grad} T$       Б)  $\alpha(T - T_{ct}) = \upsilon \text{ grad} T$       В)

3. Увеличение скорости потока теплоносителей при их движении вдоль поверхности теплообмена:

А) увеличивает движущую силу процесса.

Б) увеличивает коэффициент теплопередачи.

В) уменьшает коэффициенты теплоотдачи.

4. Какой физический смысл имеет критерий Грасгофа?

- А) характеризует соотношение количества тепла, передаваемого совместно конвекцией и теплопроводностью, и количества тепла, передаваемого только теплопроводностью
- Б) характеризует естественную конвекцию при неравномерном нагреве теплоносителя.
- В) характеризует соотношение толщин гидравлического и теплового пограничных слоёв.
- Г) характеризует влияние перепада гидростатического давления на движение.

**5.** Какие недостатки имеет многоходовой кожухотрубчатый теплообменник по сравнению с одноходовым?

- А) невозможность осуществления кипения в трубах.
- Б) меньшая движущая сила теплопередачи.
- В) более высокое гидравлическое сопротивление.
- Г) меньший коэффициент теплопередачи.

**6.** Одним из достоинств использования противотока является

- А) возможность снижения расхода одного из теплоносителей
- Б) возможность увеличения коэффициента теплопередачи
- В) возможность увеличения теплового потока

**7.** В каких случаях используется термин «острый пар»?

- А) при использовании в качестве теплоагента пара химически агрессивных веществ.
- Б) при вводе насыщенного водяного пара, используемого в качестве теплоагента, непосредственно в нагреваемую среду.
- В) при использовании в качестве теплоагента перегретого водяного пара высокого давления.
- Г) при нагреве водяным паром через стенку теплообменного аппарата.

**8.** Коэффициент теплоотдачи при конденсации паров.

- А) увеличивается при увеличении коэффициента теплопроводности и плотности конденсата.
- Б) увеличивается при увеличении скорости потока пара.
- В) увеличивается при увеличении вязкости и высоты поверхности конденсации.

**9.** Какие преимущества при использовании в качестве хладагента имеет воздух перед водой

- А) меньше загрязнение поверхности.
- Б) низкая стоимость и доступность.
- В) высокий коэффициент теплоотдачи.
- Г) высокая теплоемкость.

**10.** При постоянной температуре теплоносителей движущая сила теплопередачи рассчитывается:

- А) как разность температур между горячим и холодным теплоносителями.
- Б) как среднелогарифмическая между разностью температур на концах теплообменника.
- В) как среднеарифметическая между разностью температур на концах теплообменника.

**Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).**

### Пример тестового задания:

В предлагаемых вопросах нужно выбрать только одно утверждение, которое Вы считаете либо наиболее точным, либо единственно правильным.

#### 1. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии:

- А) описывает в общем виде распределение концентраций в движущейся жидкости;
- Б) описывает распределение концентраций в пограничных слоях;
- В) позволяет рассчитать равновесные концентрации распределяемого компонента в фазах; Г) после подобного преобразования приводит к выражению для расчета движущей силы процесса.

#### 2. Молярная доля распределяемого компонента имеет размерность:

- а) б)  $\frac{\text{кмоль}А}{\text{кмоль}В}$  в)  $\frac{\text{кмоль}А}{\text{м}^3(А+В)}$

#### 3. Концентрации распределяемого компонента удобно выразить в относительных единицах:

- в любых массообменных процессах (а);
- массообменных процессах с участием жидкой фазы (б);
- в массообменных процессах, в которых фазы не участвуют в процессе массообмена, а являются только инертными носителями (в);
- в массообменных процессах, в которых линия равновесия является прямой (г);

#### 4. Относительная массовая доля распределяемого компонента имеет размерность:

- а)  $\frac{\text{кг}А}{\text{кг}В}$  б)  $\frac{\text{кг}А}{\text{кг}(А+В)}$  в)  $\frac{\text{кг}А}{\text{м}^3(А+В)}$

#### 5. Данные о равновесии необходимы для:

- определения направления массопередачи и расчета движущей силы процесса (а);
- определения концентрации компонента на границе раздела фаз (б);
- определения концентрации компонента в принимающей фазе (в);
- определения движущей силы в любом сечении аппарата (г).

#### 6. Линия равновесия может быть выражена

- только кривой линией (а);
- только прямой линией (б);
- может быть и прямой и кривой (в);
- выражается асимптотой (г)

#### 7. Коэффициент распределения $m$ :

- является величиной безразмерной и не зависит от температуры  $T$  и давления  $P$  (а);
- является величиной размерной и не зависит от  $T$  и  $P$  (б)
- является величиной размерной и зависит от  $T$  и  $P$  (в)
- является величиной размерной, зависит от  $T$  и  $P$ , а также размерностей концентраций компонентов в фазах (г)

**8. Коэффициент молекулярной диффузии определяется:**

- гидродинамическими условиями в аппарате, температурой и давлением (а);
- гидродинамическими условиями в аппарате, размером молекул, молекулярной массой вещества, а также температурой и давлением (б);
- физическими свойствами вещества и среды, температурой и давлением (в).

**9. Основное уравнение массопередачи используется для определения:**

- поверхности массообменного аппарата (а);
- количества вещества, переносимого из фазы в фазу (б);
- движущей силы процесса (в);
- коэффициента массопередачи (г).

**10. В чем состоит технологический расчет массообменных аппаратов?**

- в определении основных размеров: внутреннего сечения (затем диаметра) и высоты рабочей части (а);
- в определении расходов взаимодействующих фаз и высоты рабочей части аппарата; (б);
- в построении равновесных и рабочих линий процессов и определении движущей силы (в);
- в определении коэффициента массопередачи и движущей силы процесса (г).

**Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).**

**Пример тестового задания:**

**1. Для разделения жидких неоднородных систем применяют:**

- а) осаждение, фильтрование, центрифугирование;
- б) осаждение, фильтрование, центрифугирование, электрическую очистку;
- в) осаждение, фильтрование, псевдооживление;
- г) фильтрование, центрифугирование, псевдооживление.

**2. Фильтрование-это:**

- а) процесс разделения суспензий и пылей под действием сил тяжести.
- б) процесс разделения суспензий и эмульсий под действием сил давления или центробежных сил.
- в) процесс разделения суспензий и пылей под действием сил давления или центробежных сил.
- г) процесс разделения пылей и эмульсий под действием сил давления или центробежных сил.

**3. Центрифугирование - это:**

- а) процесс разделения суспензий и эмульсий под действием сил давления или центробежных сил;
- б) процесс разделения суспензий и пылей под действием сил тяжести;
- в) процесс разделения суспензий и эмульсий в поле центробежных сил;

г) процесс разделения пылей и эмульсий под действием сил давления или центробежных сил.

**4. Скорость осаждения частицы под действием силы тяжести можно найти:**

- а) из условия равенства выталкивающей архимедовой силы и силы сопротивления среды;
- б) из условия равенства силы, движущей частицу (разностью между ее весом и архимедовой силой), и силы сопротивления среды;
- в) из условия силы тяжести и силы сопротивления среды;
- г) из условия равенства силы, движущей частицу, и выталкивающей архимедовой силы.

**5. Под постоянными в уравнениях фильтрования понимают:**

- а) отношение объема осадка к объему фильтрата, удельное объемное сопротивление осадка и сопротивление фильтровальной перегородки;
- б) удельное объемное сопротивление осадка и сопротивление фильтровальной перегородки;
- в) удельное объемное сопротивление осадка и отношение объема осадка к объему фильтрата;
- г) сопротивление фильтровальной перегородки и отношение объема осадка к объему фильтрата.

**6. Отметьте верное утверждение:**

- а) фильтрование протекает в турбулентной области ввиду высокой скорости движения жидкой фазы в порах, а также малой вязкости жидкой фазы;
- б) фильтрование протекает в ламинарной области ввиду небольшого размера пор в слое осадка и фильтровальной перегородке, а также высокой вязкости жидкой фазы;
- в) фильтрование протекает в турбулентной области ввиду высокой скорости движения жидкой фазы в порах;
- г) фильтрование протекает в ламинарной области ввиду небольшого размера пор в слое осадка и фильтровальной перегородке, а также малой скорости движения жидкой фазы в порах.

**7. Отметьте верное утверждение:**

- а) в общем случае скорость фильтрования – величина переменная, т.к. в процессе фильтрования значения разности давлений и гидравлического сопротивления фильтровальной перегородки с течением времени изменяются;
- б) в общем случае скорость фильтрования – величина переменная, т.к. в процессе фильтрования значения разности давлений и гидравлического сопротивления слоя осадка с течением времени изменяются;
- в) в общем случае скорость фильтрования – величина переменная, т.к. в процессе фильтрования значения гидравлического сопротивления слоя осадка и фильтровальной перегородки с течением времени изменяются;

г) в общем случае скорость фильтрования – величина постоянная, т.к. в процессе фильтрования значение разности давлений с течением времени не изменяется.

**8. Диаметр аппарата с псевдооживленным слоем рассчитывают:**

- а) по массовому расходу и по действительной скорости жидкости или газа в каналах слоя;
- б) по объемному расходу и по действительной скорости жидкости или газа в каналах слоя;
- в) по массовому расходу и фиктивной скорости жидкости или газа;
- г) по объемному расходу и фиктивной скорости жидкости или газа.

**9. При расчете аппаратов с неподвижным зернистым слоем под фиктивной скоростью понимают:**

- а) скорость, равную отношению объемного расхода газа или жидкости к площади поперечного сечения всех каналов слоя;
- б) скорость, равную отношению массового расхода газа или жидкости ко всей площади поперечного сечения слоя;
- в) скорость, равную отношению объемного расхода газа или жидкости ко всей площади поперечного сечения слоя;
- г) скорость, равную отношению массового расхода газа или жидкости к площади поперечного сечения всех каналов слоя.

**10. При увеличении скорости газа до значения скорости начала псевдооживления:**

- а) сопротивление зернистого слоя возрастает с увеличением скорости, а его высота не изменяется;
- б) высота зернистого слоя возрастает с увеличением скорости, а его сопротивление не изменяется;
- в) сопротивление зернистого слоя и его высота возрастают с увеличением скорости;
- г) сопротивление зернистого слоя и его высота с увеличением скорости не изменяются.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **9.1. Рекомендуемая литература.**

#### **А. Основная литература**

- 7. Процессы и аппараты химической технологии. Лабораторный практикум. Ч.1. Гидромеханические и теплообменные процессы. уч.пособие / под ред.Е.А. Дмитриева, О.В. Кабанова. РХТУ имени Д.И.Менделеева, 2016 - 112 с.

8. Процессы и аппараты химической технологии. Лабораторный практикум. Ч.2.Разделение гомогенных и гетерогенных систем. уч.пособие / под ред.Е.А. Дмитриева, О.В. Кабанова. РХТУ имени Д.И.Менделеева, 2016 - 119 с.
9. Теплообменные аппараты химических производств: учеб. Пособие / Е.А. Дмитриев, Е.П. Моргунова, Р.Б. Комляшев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 88 с.
- 10.Процессы и аппараты химической технологии. Трубопроводы в химических производствах: Е.А. Дмитриев, С.И. Ильина, И.К. Кузнецова, О.В. Кабанов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 31 с.
- 11.Насосы химических производств: учебно-методическое пособие/ сост. Е.А. Дмитриев, Е.П. Моргунова, Р.Б. Комляшев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 48 с.
- 12.Аппаратура процессов разделения гомогенных и гетерогенных систем: учеб. пособие/ Е.А. Дмитриев, Р.Б. Комляшев, Е.П. Моргунова, А.М. Трушин, А.В. Вешняков, Л.С. Сальникова – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 104 с.
- 13.Разинов А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / А.И. Разинов, А.В. Клинов, Г.С. Дьяконов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – 860 с.

#### **Б. Дополнительная литература:**

1. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): Учебн. пособие для вузов. - СПб.: Химиздат, 2009. -544 с.
2. Комиссаров Ю.А. Основы конструирования и проектирования промышленных аппаратов : учеб. пособие для вузов / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 368 с. – (Серия: Университеты России).
3. Коган В.Б., Фридман В.М., Кафаров В.В., Равновесие между жидкостью и паром. Кн. 1-2, М.- Л.: Наука. 1966. - 640+786 с.Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию /ред. Ю. И. Дытнерский. - 4-е изд. М.: Альянс, 2008.- 493 с.
4. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Альянс, 2005. - 750 с.
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов.- М.: РусМедиаКонсалт.- 2004. - 576 с.
6. Рид, Р. Свойства газов и жидкостей: пер. с англ. / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л : Химия.-1982. - 592 с.
7. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Пер. с англ. М.: «Химия»,1982. – 696 с.
8. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 кн./ Ю.И.Дытнерский.3-е изд. - М.: Химия, 2002. – 768 с.

9. Бобылёв В.Н. Подбор и расчёт трубчатых теплообменников: Учеб.-метод. пособие /РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 80 с.
10. Бобылёв В.Н. Свойства веществ. Справочное пособие / РХТУ им. Д.И.Менделеева; Сост. В.Н.Бобылев. М., 1996. 24 с.
11. Бобылёв В.Н. Физические свойства наиболее известных химических веществ: Справочное пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 24 с.
12. Лабораторные работы по курсу "Основные процессы и аппараты химической технологии" / Под редакцией Ю. Н. Ковалева и В. П. Брыкова. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1984. – 48 с.
13. Гильденблат И. А., Миносьянц С. В., Гервиц В. М. Лабораторный практикум по курсу "Основные процессы и аппараты химической технологии". учеб. пособие / под ред. И. А. Гильденבלата. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1986. – 80 с.
14. Дополнение к лабораторному практикуму по курсу "Процессы и аппараты химической технологии": учеб. пособие. /под ред. В. М. Лекае и В. П. Брыкова. – М. : МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1982. – 74 с.
15. Лабораторные работы по курсу процессов и аппаратов / под ред. И. А. Гильденблата и С. В. Миносьянца. – М. : МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. – 48 с.
16. Мартюшин С.И., Карцев Е.В., Ковалев Ю.Н., Методические указания. К расчету ректификационных колонн для разделения бинарных смесей с применением ЭВМ. М., МХТИ им. Д.И. Менделеева. 1984. - 38с.
17. Процессы и аппараты химической технологии. Лабораторный практикум / под редакцией В. М. Лекае, В. Г. Труханова. – М. : МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1970. – 288 с.
18. Рамм В.М. Абсорбция газов. М.: Химия, 1976.- 654 с.
19. Комиссаров Ю.А. Химическая технология : научные основы процессов ректификации. В 2 ч. Часть 1 : учеб. пособие для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 270 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
20. Александров И.А., Ректификационные и абсорбционные аппараты. Изд.3-е. М.: Химия, 1978.
21. Перри Дж., Справочник инженера-химика: Пер. с англ. Т.1. Л.: Химия, 1969. - 940с.
22. Комиссаров Ю.А. Химическая технология : научные основы процессов ректификации. В 2 ч. Часть 2 : учеб. пособие для академического бакалавриата / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 416 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.**

- Раздаточный иллюстративный материал к лабораторным работам.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Химические технологии» ISSN 1684-5811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.chem-eng.ru>

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

- Справочные материалы и программы на сайте кафедры процессов и аппаратов [www.chem.-eng.ru](http://www.chem.-eng.ru)

- Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования (в курсовых работах и курсовых проектах).

- Мультимедийные средства (основные типы гидродинамических, теплообменных и массообменных аппаратов химической технологии).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 16.05.2021).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 16.05.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 16.05.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 16.05.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.**

В соответствии с учебным планом, занятия по дисциплине *«Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии»* проводятся в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

две лаборатории с лабораторными установками; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

В лабораторном практикуме используются лабораторные установки и комплексы для:

- изучения теплопередачи в двухтрубном теплообменнике;
- изучения теплопередачи в четырёхходовом кожухотрубном теплообменнике;
- изучения режимов течения жидкости;
- определения коэффициента массоотдачи в газовой фазе;
- изучения гидродинамики неподвижного и псевдооживленного зернистого слоя;
- изучения профиля скоростей в сечении трубопровода;
- разделения простой перегонкой бинарной смеси вода – этиленгликоль;
- разделения простой перегонкой бинарной смеси изопропанол – вода;
- изучения процесса периодической ректификации бинарной смеси жидкостей;
- изучения процесса массоотдачи в жидкой фазе;
- изучения гидродинамической структуры потока в аппарате с мешалкой;
- изучение процесса охлаждения жидкости при нестационарном теплообмене;
- изучение процесса теплопередачи в пластинчатом теплообменнике;
- изучение процесса теплопередачи в кожухотрубном стеклянном теплообменнике;
- определение коэффициентов массоотдачи в газовой фазе;
- изучения работы центробежного насоса;
- изучения процесса фильтрации суспензий;
- изучения гидродинамики сопротивления трубопровода;
- изучение процесса естественной конвекции;
- изучения процесса свободного осаждения твердых частиц и всплытия пузырей в жидкостях.

#### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Плакаты со схемами установок, наглядные пособия по дисциплине.

#### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства.

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам дисциплины; раздаточный материал к лабораторным занятиям по дисциплине.

Для самостоятельной работы каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Для проведения занятий, при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий, используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

#### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы.

Электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; кафедральные библиотеки печатных и электронных изданий.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения.

| № п/п | Наименование программного продукта                                     | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---------------------|--|
| 1     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | 14                  | бессрочно  |
| 2     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 14                  | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки   |
|---|--|--|
| <b>Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.</b> | <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять характер движения жидкостей и газов;</li> <li>- рассчитывать параметры насосного оборудования;</li> <li>- составлять технологические схемы и изображать на них основные аппараты;</li> <li>- анализировать экспериментально полученные и теоретически рассчитанные показатели работы аппаратов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.</li> <li>- методами составления технологических схем.</li> </ul> | <p>Оценка за первую лабораторную работу.</p> <p>Оценка за вторую лабораторную работу.</p> <p>Оценка на зачете.</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p><b>Знает:</b> - законы переноса импульса, теплоты и массы;<br/> - основные уравнения прикладной гидравлики и закономерности перемещения жидкостей;<br/> - типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.</p>  |   |
| <p><b>Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.</b></p> | <p><b>Умеет:</b><br/> - определять характер движения жидкостей и газов;<br/> - использовать основные кинетические закономерности тепло- и массопереноса при анализе тепловых процессов;<br/> - составлять материальные и тепловые балансы для систем газ(пар)-жидкость;<br/> - рассчитывать параметры теплообменного оборудования;<br/> - составлять технологические схемы и изображать на них основные аппараты;<br/> - анализировать экспериментально полученные и теоретически рассчитанные показатели работы аппаратов.</p> <p><b>Владет:</b><br/> - методологией расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.<br/> - методами составления технологических схем.</p> <p><b>Знает:</b><br/> - законы переноса импульса, теплоты и массы;<br/> - основные уравнения прикладной гидравлики и</p> | <p>Оценка за третью лабораторную работу.<br/> Оценка за четвертую лабораторную работу.<br/> Оценка на зачете.</p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>закономерности перемещения жидкостей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.</li> </ul>   |   |
| <p><b>Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).</b></p> | <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять характер движения жидкостей и газов;</li> <li>- использовать основные кинетические закономерности тепло- и массопереноса при анализе тепловых процессов;</li> <li>- составлять материальные и тепловые балансы для систем газ(пар)-жидкость;</li> <li>- рассчитывать параметры массообменного оборудования;</li> <li>- составлять технологические схемы и изображать на них основные аппараты;</li> <li>- анализировать экспериментально полученные и теоретически рассчитанные показатели работы аппаратов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.</li> <li>- методами составления технологических схем.</li> </ul> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законы переноса импульса, теплоты и массы;</li> <li>- основные уравнения прикладной гидравлики и закономерности перемещения жидкостей;</li> <li>- физическую сущность процессов тепло- и массообмена; основные кинетические</li> </ul> | <p>Оценка за пятую лабораторную работу.</p> <p>Оценка за шестую лабораторную работу.</p> <p>Оценка на зачете.</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>закономерности массопереноса для систем газ(пар)-жидкость;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.</li> </ul>  |  |
| <p><b>Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).</b></p> | <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять характер движения жидкостей и газов;</li> <li>- использовать основные кинетические закономерности тепло- и массопереноса при анализе тепловых и массообменных процессов;</li> <li>- рассчитывать параметры насосного, тепло- и массообменного оборудования;</li> <li>- составлять технологические схемы и изображать на них основные аппараты;</li> <li>- анализировать экспериментально полученные и теоретически рассчитанные показатели работы аппаратов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.</li> <li>- методами составления технологических схем.</li> </ul> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законы переноса импульса, теплоты и массы;</li> <li>- основные уравнения прикладной гидравлики и закономерности перемещения жидкостей;</li> <li>- основные закономерности процессов осаждения, фильтрования и течения через зернистые слои;</li> </ul> | <p>Оценка за седьмую лабораторную работу.</p> <p>Оценка на зачете.</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>- физическую сущность процессов тепло- и массообмена; основные кинетические закономерности массопереноса для систем газ(пар)-жидкость;</p> <p>- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.</p> |  |
|--|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической  
технологии»**  
основной образовательной программы  
**19.03.01 Биотехнология**  
профиль «Биотехнология»

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                            |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Элективные дисциплины по физической культуре и спорту**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

(Код и наименование направления подготовки)

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**

(Наименование профиля подготовки)

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

**Москва 2021**

Программа составлена:

доцентом кафедры физического воспитания Т.Н. Акуловой

доцентом кафедры физического воспитания О.В. Носик

к.п.н., профессором кафедры физического воспитания С.И. Сучковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физического воспитания

«12» \_мая 2021 г., протокол № 13

#### 4. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии, и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева**. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение четырех семестров.

Дисциплина **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку в области физической культуры и спорта.

**Цель дисциплины** – формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры и спорта, туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности, получении навыка в одном из выбранных видов спорта.

**Задачи дисциплины** – заключаются в развитии следующих знаний, умений и навыков личности для:

- овладения системой практических умений и навыков, обеспечивающих совершенствование психофизических способностей;
- развития способностей использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности;
- формирования мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, физическому совершенствованию и самовоспитанию, установки на здоровый образ жизни;
- обучения техническим и тактическим приемам одного из видов спорта.
- совершенствования спортивного мастерства студентов – спортсменов.

Дисциплина **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»**

*спорту»* преподается 1–4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины *«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»* направлено на приобретение следующих *компетенций и индикаторов их достижения:*

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Наименование категории (группы) ОК  | Код и наименование ОК   | Код и наименование индикатора достижения УК   |
|---|---|---|
| Способность использовать методы и средства физической культуры<br>Способность к самоорганизации и самообразованию | <b>ОК-7</b> Способность к самоорганизации и самообразованию<br><b>ОК-8</b> Способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности. | <b>ОК-7</b> Способностью к самоорганизации и самообразованию<br><b>ОК-8</b> Способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности. |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева.

*Уметь:*

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;

- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом;
- выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и самостраховки.

*Владеть:*

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | В академ. часах | Семестр    |            |            |            |
|--|-----------------|------------|------------|------------|------------|
|  |                 | 1          | 2          | 3          | 4          |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану    | <b>328</b>      | <b>56</b>  | <b>92</b>  | <b>90</b>  | <b>90</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>      | <b>192</b>      | <b>32</b>  | <b>64</b>  | <b>64</b>  | <b>32</b>  |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 192             | 32         | 64         | 64         | 32         |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                 | <b>136</b>      | <b>24</b>  | <b>28</b>  | <b>26</b>  | <b>58</b>  |
| Контактная самостоятельная работа                  | <b>0,8</b>      | <b>0,2</b> | <b>0,2</b> | <b>0,2</b> | <b>0,2</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 135,2           | 23,8       | 27,8       | 25,8       | 57,8       |
| <b>Вид итогового контроля:<br/>зачет / экзамен</b> | зачет           | зачет      | зачет      | зачет      | зачет      |

| Вид учебной работы                              | В астр. часах | Семестр   |           |             |             |
|---|---------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
|   |               | I         | II        | III         | IV          |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | <b>246</b>    | <b>42</b> | <b>69</b> | <b>67,5</b> | <b>67,5</b> |

|  |            |           |           |             |             |
|--|------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>      | <b>144</b> | <b>24</b> | <b>48</b> | <b>48</b>   | <b>24</b>   |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 144        | 24        | 48        | 48          | 24          |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                 | <b>102</b> | <b>18</b> | <b>21</b> | <b>19,5</b> | <b>43,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 0,6        | 0,15      | 0,15      | 0,15        | 0,15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 101,4      | 17,85     | 20,85     | 19,35       | 43,35       |
| <b>Вид итогового контроля:<br/>зачет / экзамен</b> | зачет      | зачет     | зачет     | зачет       | зачет       |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п  | Раздел дисциплины   | Академ. часов |                   |           |
|-----------|---|---------------|-------------------|-----------|
|           |   | Всего         | КР<br>Практ. зан. | СР        |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки</b>   | <b>118</b>    | <b>48</b>         | <b>70</b> |
| 1.1       | Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания                           | 16            | 12                | 4         |
| 1.2       | Основы построения оздоровительной тренировки  | 42            | 12                | 30        |
| 1.3       | Физкультурно-оздоровительные методики и системы   | 32            | 12                | 20        |
| 1.4       | Оценка состояния здоровья   | 28            | 12                | 16        |
| <b>2</b>  | <b>Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО</b>                    | <b>185</b>    | <b>140</b>        | <b>45</b> |
| 2.1       | Появление и внедрение комплекса ГТО   | 38            | 35                | 3         |
| 2.2       | Воспитание физических качеств обучающихся   | 53            | 35                | 18        |
| 2.3       | Воспитание гибкости   | 45            | 35                | 10        |
| 2.4       | Подвижность двигательного навыка. Взаимосвязь физических качеств  | 49            | 35                | 14        |
| <b>3</b>  | <b>Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий.</b> | <b>29</b>     | <b>8</b>          | <b>21</b> |

|     |  |            |            |            |
|-----|--|------------|------------|------------|
|     | <b>Этика физической культуры и спорта</b>                                  |            |            |            |
| 3.1 | Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий | 5          | 2          | 3          |
| 3.2 | Организация спортивных мероприятий   | 8          | 2          | 6          |
| 3.3 | Нравственные отношения в спорте  | 6          | 2          | 4          |
| 3.4 | Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА                              | 10         | 2          | 8          |
|     | <b>ИТОГО</b>   | <b>328</b> | <b>196</b> | <b>136</b> |

Каждый раздел программы имеет в своей структуре практические занятия.

Практический раздел программы реализуется на учебно-тренировочных занятиях в учебных группах по общей физической подготовке и избранным видам спорта.

Практические (учебно-тренировочные) занятия базируются на широком использовании теоретических знаний и методических умений, на применении разнообразных средств физической культуры и спорта, спортивной и профессионально-прикладной подготовки студентов.

Практические занятия помогают приобрести опыт творческой практической деятельности, развивают самостоятельность в физической культуре и спорте в целях достижения физического совершенства. Повышают уровень функциональных и двигательных способностей, направленно формируют качества и свойства личности.

Практические занятия состоят из специальной физической подготовки и соревновательной подготовки.

#### **Первый курс (первый год обучения)**

Основные задачи: определение уровня здоровья и физической подготовленности студентов по тестовой программе, осуществление взаимосвязи в освоении знаний, двигательных умений и навыков с формированием у студентов опыта подбора и практических реализаций собственных оздоровительных или тренировочных программ.

#### **Второй курс (второй год обучения)**

Основные задачи: повышение уровня физической подготовленности студентов; оценка динамики тестирования физического состояния здоровья студентов; подбор и освоение индивидуальных тренировочных или оздоровительных программ и практическая их реализация в самостоятельных занятиях. А также: освоение знаний и формирование умений и навыков, акцентированное развитие физических и специальных качеств, к предстоящей профессиональной деятельности; овладение практическими навыками использования тренажерных устройств, приспособлений и оборудования в организации самостоятельных занятий.

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая *регулярность посещения*

*обязательных практических занятий*, выполнение установленных на данный семестр контрольных нормативов (тестов) общей физической и спортивно-технической подготовки для отдельных групп различной спортивной направленности.

С целью определения группы здоровья для занятий по дисциплине *«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»* в начале учебного года кафедра физического воспитания контролирует прохождение студентами врачебного контроля, принимая медицинские заключения о группе здоровья для занятий по физической культуре и спорту из городских поликлиник по месту жительства студента, ГП № 219, медицинских центров, имеющих лицензию на право предоставления медицинских услуг.

По результатам медицинского осмотра происходит распределение студентов по учебным отделениям.

В *основное* отделение распределяются студенты, на основании данных врачебного контроля, имеющие основную или подготовительную группу здоровья.

Студенты, получившие специальную медицинскую группу «А» или «Б», распределяются в *специальное медицинское* отделение. Для указанной категории студентов разработана отдельная программа по дисциплине *«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту. Адаптивная физическая культура и спорт»*.

В *спортивное* отделение зачисляются студенты, имеющие спортивные разряды или хорошую физическую подготовку, позволяющую им быть зачисленным в сборные команды университета по различным видам спорта (медицинская группа здоровья – основная или подготовительная).

В каждом отделении происходит освоение практического раздела программы по видам спорта, представленным в университете (индивидуально по каждому виду спорта) и краткая теоретическая подготовка во время проведения занятия.

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки. Теоретико-методические основы физической культуры и спорта.**

– Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания. Принцип оздоровительной направленности. Проектирование различных физкультурно-оздоровительных систем. Содержательные основы оздоровительной физической культуры и спорта. Основные направления: оздоровительно-рекреативное, оздоровительно-реабилитационное, спортивно-реабилитационное, гигиеническое.

– Основы построения оздоровительной тренировки. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Методические правила: постепенность наращивания интенсивности и длительности нагрузок; разнообразие применяемых средств; системность занятий. Совершенствование адаптационно-регуляторных механизмов. ЧСС.

Способы регламентации нагрузки: дозирование по относительным значениям мощности физических нагрузок; дозирование в соответствии с энергетическими затратами.

– Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Аэробные физические упражнения (ходьба, медленный бег, плавание, бег на лыжах и т.д.). Четыре основные фазы оздоровительной тренировки (вводная часть – разминка, основная часть – аэробная фаза, силовая нагрузка, заключительная часть – заминка).

– Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом. Исходный уровень тренированности. Функциональные пробы (ЧСС, АД, ЖЕЛ и т.д.).

## **Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО.**

2.1. Появление и внедрение комплекса ГТО. ВФСК ГТО на современном этапе в высшей школе. Популяризация комплекса ГТО (послы ГТО, форменный стиль, интернет в помощь – регистрация на сайте, идентификационный номер). Выполнение испытаний. Ступени комплекса. Методика организации и проведения видов испытаний ГТО. Информационное обеспечение деятельности по внедрению ВФСК ГТО. Система взаимодействия в сфере физической культуры и спорта.

2.2. Воспитание физических качеств обучающихся (отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека).

Воспитание силы (упражнения внешнего отягощения, упражнения с отягощением весом собственного веса, изометрические упражнения, упражнения в сопротивлении).

Воспитание быстроты. Скоростные физические упражнения.

Воспитание выносливости. Утомление. Циклические упражнения. Общая выносливость. Специальная выносливость. Равномерный и переменный методы.

2.3. Воспитание гибкости. Амплитуда движения. Суставы, связки, мышечные волокна, эластичность мышц. Общая и специальная гибкость.

2.4. Воспитание ловкости. Взаимосвязь ловкости с силой, быстротой, выносливостью, гибкостью. Подвижность двигательного навыка. Спортивные игры.

## **Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий.**

3.1. Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Рекламно-пропагандистские мероприятия. Учебно-тренировочные мероприятия. Классификация спортивных соревнований по целям их проведения (Федеральный закон от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации»). Единая всероссийская спортивная классификация. Чемпионаты. Кубки. Первенства. Военно-

прикладные виды спорта. Национальные виды спорта. Единый календарный план физкультурных и спортивных мероприятий).

3.2. Организация спортивных мероприятий. Олимпийская хартия. Федеральные (специальные, национальные) законы спорте. Классификация спортивных соревнований:

- классификационные, контрольные, отборочные, подводящие, показательные;
- командные, лично-командные, личные;
- международные, региональные, национальные, отдельной физкультурно-спортивной организации (вуза);
- очные, заочные.

Функции спортивных соревнований. Принципы проведения соревнований (принцип иерархичности и комплексности). Общие организационные моменты подготовки и проведения соревнований. Сценарий спортивного соревнования. Инвент-менеджмент в спорте. Системы проведения спортивных соревнований. Система прямого определения мест участников. Круговая система. Система с выбыванием. Смешанная система. Планирование, подготовка и проведение соревнований.

3.3. Нравственные отношения в спорте. Этический конфликт. Нереалистические (беспредметные) конфликты. Реалистические (предметные) конфликты. Конфликты дидактического характера. Прямые и косвенные методы погашения этических конфликтов. Основные понятия этики спорта. Нормативная этика. Прикладная этика. Профессиональная этика. Спортивное поведение. Честность. Отношение к сопернику. История возникновения этики в спорте. Фракции и современные «фанаты». Fair Play («Честная игра»). Fair Play – как основа этичного поведения в спорте. Кодекс спортивной этики. Комиссия по этике Олимпийского комитета России. Комитет Фейр Плей. Принципы Fair Play. Принцип уважения к правилам. Принцип уважения к сопернику. Принцип уважения к решениям судей. Принцип равных шансов. Принцип самоконтроля. Формально честная игра. Неформальная честная игра.

3.4. Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА. Кодекс ВАДА. Международная конвенция о борьбе с допингом в спорте. Справедливая игра.

**8. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ  
К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|----|---|----------|----------|----------|
|    | <b>Знать:</b>   |          |          |          |
| 1  | - научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни   | +        | +        | +        |
| 2  | - влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек                        | +        | +        |          |
| 3  | - способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности  | +        | +        |          |
| 4  | - правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности  | +        | +        |          |
| 5  | - спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева   | +        | +        | +        |
|    | <b>Уметь:</b>   |          |          |          |
| 6  | - выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта   | +        | +        |          |
| 7  | - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности   | +        | +        |          |
| 8  | - осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности   | +        | +        |          |
| 9  | - осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом   | +        | +        | +        |
| 10 | - выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и самостраховки  | +        | +        | +        |
|    | <b>Владеть:</b>   |          |          |          |
| 11 | - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования  | +        | +        | +        |
| 12 | - должным уровнем физической подготовленности, необходимым для качественного усвоения профессиональных умений и навыков в процессе обучения в вузе, для обеспечения | +        | +        | +        |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | полноценной социальной и профессиональной деятельности после окончания учебного заведения     |   |   |   |
| 13   | - техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта                                | +   | + |   |
| 14   | - использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни | +   | + | + |
| <b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения:</i></b> |   |   |   |   |
|  | <b>Код и наименование ОК</b>  | <b>Код и наименование индикатора достижения ОК</b>  |   |   |
| 15   | <b>ОК-7</b> Способность к самоорганизации и самообразованию                                   | <b>ОК-7</b> Способностью к самоорганизации и самообразованию  | + | + |
| 16   | <b>ОК-8</b> Способностью использовать методы и средства физической культуры                   | <b>ОК-8</b> Способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности. | + | + |

## 9. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 9.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление полученных знаний по дисциплине «Физическая культура и спорт», овладение системой практических умений и навыков по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту», обеспечивающих совершенствование психофизических способностей; развитие способностей использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья; обучение техническим и тактическим приемам одного из видов спорта, а также совершенствование спортивного мастерства студентов – спортсменов.

*Учебный материал* для учебно-тренировочных занятий в соответствии с основными задачами содержится в поурочных планах по видам подготовки.

*К практическим занятиям* допускаются студенты, прошедшие медицинский осмотр и определившие свою группу здоровья (основную или подготовительную). Исключение делается студентам в первом семестре, для которых это правило действует сразу после предоставления первокурсниками медицинской справки по форме № 086/у (Приложение № 4), а также опроса студентов о состоянии их здоровья.

Занятия проводятся в двух отделениях: основном и спортивном.

**Практические занятия в основном учебном отделении**, где занимаются студенты основной и подготовительной медицинских групп, проводятся с направленностью на улучшение общей физической подготовки с использованием средств одного или нескольких видов спорта, определяемых возможностями спортивной базы, на которой проводятся занятия (стадион, игровой, гимнастический, фитнес, борьбы, тренажерный залы, скалодром, бассейн, легкоатлетический манеж или лыжная база).

Наполняемость группы не более **20** человек.

Обязательными видами физических упражнений для включения в рабочую программу по дисциплине «**Элективные дисциплины по физической культуре и спорту**» являются: отдельные дисциплины по легкой атлетике (бег 100 м, бег 3000 м – мужчины, бег 2000 м – женщины, прыжок в длину с места, подтягивание, сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения на укрепление мышц брюшного пресса), плавание, лыжные гонки, упражнения профессионально-прикладной физической подготовки.

В практическом разделе могут использоваться физические упражнения из различных видов спорта, оздоровительных систем физических упражнений. На занятиях могут применяться тренажерные устройства, различный спортивный инвентарь.

Практические занятия включает в себя соревнования различного вида и уровня.

Практический учебный материал для студентов **спортивного отделения**.

Обеспечивается дальнейшее повышение уровня общефизической и специальной физической подготовки студентов. Особое место отводится формированию основ знаний, умений и навыков организации самостоятельных занятий, использованию тренажерных устройств и различного спортивного инвентаря для физического совершенствования. Студенты спортивного отделения могут заниматься по индивидуальному графику по избранным видам спорта с выполнением зачетных требований в установленные сроки. График учебного процесса спортивного отделения должен предусматривать полное изучение тематики теоретического, методического и практического разделов рабочей программы с учетом специфики его организации на спортивном отделении.

Наполняемость группы не более **20** человек.

Учебно-практические занятия, в значительной степени, должны носить консультационный характер, практические рекомендации необходимо подкреплять постоянным контролем преподавателя за их выполнением студентом.

Содержание и конкретные средства каждого практического занятия определяются преподавателем учебной группы. Преподаватель несет полную ответственность за соответствие используемых упражнений и их дозировок возможностям каждого отдельного студента.

Перевод студента из одного учебного отделения в другое осуществляется только по завершении семестра, после аттестации в предыдущем отделении.

***По медицинским показателям студент может быть переведен в специальное медицинское отделение в любое время в течение семестра.***

#### Примерные темы практических занятий

| Раздел | Темы практических занятий  | Время занятий |
|--------|--|---------------|
| 1      | Основы построения оздоровительной тренировки. Обучение фазам оздоровительной тренировки (разминка, аэробная фаза, силовая нагрузка, заключительная часть – заминка).   | 2 акад. часа  |
|        | Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков из отдельных видов спорта, закрепление и совершенствование их. Элементы ритмической, художественной гимнастики (девушки), элементы борьбы (юноши). | 2 акад. часа  |
|        | Формирование умений и навыков в проведении комплекса гигиенической гимнастики с целью развития силовых способностей. Овладение рациональной спортивной техникой.   | 2 акад. часа  |
|        | Формирование умений и навыков в проведении комплекса гигиенической гимнастики с целью развития гибкости. Техническое выполнение специальных упражнений.  | 2 акад. часа  |
|        | Способы дозирования физической нагрузки. Влияние   | 2 акад. часа  |

|  |                      |
|--|----------------------|
| физической нагрузки на развитие и совершенствование физических способностей у занимающихся с различным уровнем подготовленности.   |                      |
| Проведение комплекса гигиенической гимнастики с применением общеразвивающих упражнений без оборудования. Анализ проведения. Работа над ошибками. Гимнастический комплекс: изучение строевых, общеразвивающих, Комплексы упражнений на развитие баланса, координации, ловкости. | 2 академических часа |
| Хатха-йога, гимнастика цигун, разновидности дыхательных гимнастик.   | 2 академических часа |
| Тестирующие упражнения для оценки физической подготовленности у разных категорий занимающихся в зависимости от направленности тренировочного процесса.   | 2 академических часа |
| Применение упражнений аэробного характера с целью развития выносливости. Формирование умений и навыков в поведении комплекса оздоровительной тренировки с целью развития выносливости в общей и специальной тренировке.  | 2 академических часа |
| Тренировка вестибулярного аппарата. Подбор упражнений с учетом особенностей возрастного развития и физического состояния человека. Техника физических упражнений. Определение уровня развития координационных способностей.  | 2 академических часа |
| Отработка пространственных характеристик двигательных действий (исходное положение, положение тела, во время выполнения упражнения, траектория движений, амплитуды движений).  | 2 академических часа |
| Использование физической помощи и страховки в процессе освоения двигательных действий с учетом возможностей занимающихся.  | 2 академических часа |
| Методы оценки функционального состояния и физического развития организма. Обучение контролю ЧСС во время проведения занятия. Способы регламентации нагрузки.   | 2 академических часа |
| Основы построения оздоровительной тренировки. Обучение фазам оздоровительной тренировки (разминка, аэробная фаза, силовая нагрузка, заключительная часть – заминка).   | 2 академических часа |
| Формирование необходимого фонда двигательных умений и навыков из отдельных видов спорта, закрепление и совершенствование их. Элементы ритмической,   | 2 академических часа |

|   |   |                |
|---|---|----------------|
|   | художественной гимнастики (девушки), элементы борьбы (юноши).   |                |
|   | Формирование умений и навыков в проведении комплекса лечебной гимнастики с целью развития силовых способностей. Овладение рациональной спортивной техникой.   | 2 академ. часа |
| 2 | Воспитание физических качеств – апогей – сдача норм ВФСК ГТО  | 2 академ. часа |
|   | Теоретический раздел занятия – историческая справка – появление и внедрение комплекса ГТО. Ступени комплекса. Основные тесты комплекса  | 2 академ. часа |
|   | Теория и методика выполнения тестов комплекса   | 2 академ. часа |
|   | Воспитание физических качеств обучающихся: воспитание силы, быстроты, ловкости, выносливости, гибкости и т.д.   | 2 академ. часа |
|   | Воспитание силы – разучивание и отработка упражнений в сопротивлении, работа с отягощением веса собственного веса и т.д.)<br>Воспитание быстроты – скоростные физические упражнения)                            | 2 академ. часа |
|   | Воспитание выносливости (циклические упражнения, общая выносливость, специальная выносливость)  | 2 академ. часа |
|   | Воспитание гибкости (амплитуда движения, суставы, связки, волокна и т.д.). Различные комплексы упражнений на гибкость   | 2 академ. часа |
|   | Воспитание ловкости: подвижность двигательного навыка.  | 2 академ. часа |
|   | Комплекс упражнений на развитие координации   | 2 академ. часа |
| 3 | Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий   | 2 академ. часа |
|   | Изучение видов соревнований, классификация соревнований по рангу.   | 2 академ. часа |
|   | Во время проведения занятий – возможны мини веселые старты (объяснение правил соревнований, правил судейства, технике выполнения различных упражнений в игровой форме). Соревнования по избранному виду спорта. | 2 академ. часа |
|   | Волонтерская составляющая проведения соревнований: изучение правил соревнований, волонтеры и помощники судей.   | 2 академ. часа |
|   | Обучение в составлении сценарного плана физкультурно-массовых мероприятий, подготовка наградной атрибутики. Общие организационные моменты   | 2 академ. часа |

|  |                      |
|--|----------------------|
| Системы проведения спортивных соревнований (круговая система, система с выбыванием, смешанная система)                         | 2 академических часа |
| Этика спорта. Нормативные понятия этики (обучение студентов этике спортивного поведения на протяжении всего периода обучения). | 2 академических часа |
| Нравственное отношение в спорте. Честность. Отношение к сопернику, к товарищу по команде, спортсмену на занятиях.              | 2 академических часа |
| В спортивном отделе – этически конфликт. Обучение Fair Play – как основе этического поведения в спорте.                        | 2 академических часа |
| Изучение принципов Fair Play.  | 2 академических часа |
| Профилактика нарушений спортивной этики.   | 2 академических часа |
| Беседы на практических занятиях о вреде допинга  | 2 академических часа |

### Примеры содержания практических занятий

| Раздел   | Содержание практического занятия   | Время занятия               |
|----------|--|-----------------------------|
| <b>1</b> | <p><b>Основы построения оздоровительной тренировки</b></p> <p>Цель занятия: освоить методы функционального состояния</p> <p>Содержание занятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о контроле и самоконтроле;</li> <li>- методика оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы;</li> </ul> <p>Оборудование: секундомер, абонемент</p> <p>Ход занятия:</p> <p>Преподаватель кратко объясняет цель, задачи, структуру занятия.</p> <p>Студенты выполняют функциональные пробы для оценки сердечно-сосудистой системы (подсчет пульса до начала занятия – в состоянии покоя, заносится во вкладыш абонемента)</p> <p>Во время проведения занятия преподаватель несколько раз (после основной части, аэробной, силовой, заключительной) просит студента измерить свой пульс и занести в абонемент.</p> <p>В конце занятия совместно преподаватель – студент проверяем динамику пульса.</p> <p>В конце занятия студенты должны:</p> <p>Знать: простые методы самоконтроля за функциональным состоянием организма;</p> <p>Уметь: проводить функциональные пробы и анализировать реакцию организма на выполненную физическую нагрузку</p> | <b>2 академических часа</b> |

|   |  |              |
|---|--|--------------|
|   | Владеть: навыками анализа данных проведенных функциональных проб для оценки работы сердечно-сосудистой системы   |              |
| 2 | <p align="center"><b>Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств</b></p> <p>Цель занятия: освоить методику развития основных физических качеств.</p> <p>Содержание занятия: Основные понятия физических качеств.</p> <p>Методика развития гибкости.</p> <p>Ход занятия:</p> <p>Преподаватель сообщает цель, задачи, содержание занятия, знакомит с основами методики развития физического качества: гибкость.</p> <p>Во время проведения занятия преподаватель акцентирует внимание студентов на выполнение специальных упражнений, которые способствуют развитию физического качества гибкость,</p> <p>Предлагается выполнить норматив из ВФСК ГТО гибкость.</p> <p>Преподаватель объясняет ход выполнения упражнения, правильность, последовательность выполнения упражнения.</p> <p>В конце занятия преподаватель записывает параметры результата выполнения упражнения на развитие гибкости.</p> <p>Контрольные точки можно проводить каждый месяц, а в конце семестра посмотреть вместе со студентом динамику развития норматива.</p> <p>Оборудование: спортивный инвентарь для развития качества гибкость, степ –платформа или гимнастическая скамья, с которых можно выполнять норматив на развитие гибкости, линейка, туристические коврики, для проведения разминки и основной части выполнения упражнений на развитие гибкости.</p> <p>В результате занятия студенты должны:</p> <p>Знать: упражнения и виды спорта, развивающие физические качества (гибкость)</p> <p>Уметь: индивидуально подбирать средства и методы направленного развития и совершенствования физического качества гибкость.</p> <p>(Так по развитию каждого физического качества).</p> <p>Владеть: навыками в проведении занятия на развитие физического качества гибкость</p> | 2 акад. часа |
| 3 | <p align="center"><b>Методика организации и проведения спортивных соревнований.</b></p> <p align="center"><b>Методика составления индивидуального занятия по избранному виду спорта</b></p>  | 2 акад. часа |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>Цель занятия: ознакомиться с методикой проведения и составления самостоятельных занятий с гигиенической и тренировочной направленностью на примере занятия по легкой атлетике (направление ОФП).</p> <p>Содержание занятия: составление плана-конспекта проведения занятия. Подготовка и проведение занятия (по его основным частям: подготовительная часть, основная, заключительная).</p> <p>Ход занятия:</p> <p>Преподаватель сообщает цель, задачи, структуру занятия. Знакомит с простейшими формами самостоятельных занятий физическими упражнениями. Разбирается содержание подготовительной части занятия. Предлагается одному из студентов провести с группой подготовительную часть. Важен контроль за правильностью выполнения, соблюдения соответствующей последовательности выполнения упражнений осуществляет преподаватель. Студенты активно включаются в обсуждение содержания упражнений.</p> <p>Разбираются возможные разделы легкой атлетике, по которым целесообразно проводить занятие. После чего проводится обсуждение основной и заключительной частей занятия. Предлагается одному из студентов провести заключительную часть занятия.</p> <p>Раскрывается структура написания плана-конспекта занятия.</p> <p>Оборудование: для выполнения теста: прыжок в длину с места необходима измерительная линейка, бланк плана-конспекта.</p> <p>В результате проведенного занятия студенты должны:</p> <p>Знать: особенности форм содержания и структуры самостоятельных занятий физическими упражнениями.</p> <p>Уметь: составить и провести самостоятельно занятие тренировочной направленности.</p> <p>После проведения занятия «методики составления индивидуального занятия по избранному виду спорта», моно перейти к занятию «методика организации и проведения спортивных соревнований».</p> <p>Цель занятия: ознакомиться с методикой подготовки и проведения соревнования по избранному виду спорта на примере легкой атлетике (направление ОФП).</p> <p>Содержание занятия: обсуждение правил проведения соревнований, комплексного построения соревнований от регистрации участников до проведения церемонии награждения. Со студентами обсуждаются принципы Fair</p> |  |
|--|---|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>Play, принципы нарушений правил не применения допинга в спорте. Предлагается студентам самим провести небольшие соревнования в рамках учебно-тренировочного занятия.</p> <p>В результате занятия студенты должны:</p> <p>Знать: правила проведения соревнований по легкой атлетике (по выбранному виду спорта).</p> <p>Уметь: составить сценарий проведения соревнований по легкой атлетике.</p> <p>Владеть: навыками в организации и непосредственно в проведении соревнований</p> |  |
|--|--|--|

## **9.2. Лабораторные занятия**

**Лабораторные занятия – учебным планом не предусмотрены**

## **10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых (профильных по физической культуре и спорту) выставок и семинаров;
- участие в конференциях РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению практических контрольных тестов (1, 2, 3 и 4 семестры) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Самостоятельная работа обучающихся при освоении разделов дисциплины осуществляется при руководстве и консультировании ведущего преподавателя отделения (ОФП, ГСС), или специализации (в группах специализаций, осуществляющих деятельность по оказанию физкультурно-оздоровительных и спортивных услуг университета), в форме индивидуальных или групповых занятий.

Виды, содержание самостоятельной работы, формы контроля и отчетности о результатах самостоятельной работы, в том числе методические рекомендации обучающимся, преподавателям, определяются рабочей программой дисциплины.

Оценивание результатов самостоятельной работы обучающихся осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Разработка кейсов заданий для реализации самостоятельной работы студентов, производится кафедрой физического воспитания университета, с учетом направленности на формирование результатов освоения дисциплины, как части образовательной программы.

Выполнение заданий при реализации часов, выделенных в раздел самостоятельной работы, способствует закреплению студентами знаний и навыков научно-практических основ физической культуры и спорта, методики самостоятельных занятий, особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности, а также развития основы и методики развития физических качеств и двигательных навыков. Студенты должны уметь использовать средства и методы физического воспитания для профессионального и личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа жизни; владеть средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, ценностями физической культуры личности для успешной социально-культурной и профессиональной деятельности.

Результат самостоятельной работы студентов представляется в виде контрольных работ и отчетов в соответствии с учебно-тематическими планами дисциплины утвержденных для отделений (ОФП, ГСС), или специализации (в группах специализаций, осуществляющих деятельность по оказанию физкультурно-оздоровительных и спортивных услуг университета), в форме индивидуальных или групповых занятий.

Размещение кейсов заданий для самостоятельной работы и предоставление результатов самостоятельной работы студентов возможно: как на бумажном носителе, так и посредством электронных образовательных платформ, после чего студенты допускаются к промежуточной аттестации.

Для отдельных обучающихся в зависимости от степени ограниченности здоровья возможна разработка индивидуального учебного плана самостоятельной работы с индивидуальными заданиями и сроками их выполнения.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ в университете устанавливается особый порядок освоения дисциплины, с учетом рекомендаций и заключения выданного по результатам медицинского обследования (основанием является медицинский документ, предоставленный из медицинских учреждений, имеющих лицензию на право ведения медицинской деятельности), кафедрой физического воспитания университета разрабатываются кейсы заданий для реализации самостоятельной работы в отделениях по Адаптивной физической культуре.

Порядок организации самостоятельной работы студентов по дисциплине разрабатывается кафедрой физического воспитания университета и согласовывается с учебным управлением университета, а также утверждается проректором по учебной работе.

| №         | Самостоятельная работа<br>Раздел дисциплины по семестрам   | I         | II        | III       | IV        | Всего часов<br>СР |
|-----------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки</b>  |           |           |           |           | <b>70</b>         |
| 1.1       | Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания  | 2         |           | 2         |           | 4                 |
| 1.2       | Основы построения оздоровительной тренировки   | 6         | 6         | 8         | 10        | 30                |
| 1.3       | Физкультурно-оздоровительные методики и системы  | 4         | 6         | 4         | 6         | 20                |
| 1.4       | Оценка состояния здоровья  | 4         | 2         | 2         | 8         | 16                |
| <b>2</b>  | <b>Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО</b>   |           |           |           |           | <b>45</b>         |
| 2.1       | Появление и внедрение комплекса ГТО  |           | 2         |           | 1         | 3                 |
| 2.2       | Воспитание физических качеств обучающихся  | 2         | 2         | 2         | 12        | 18                |
| 2.3       | Профессионально-прикладная физическая подготовка   | 2         | 2         | 2         | 4         | 10                |
| 2.4       | Подвижность двигательного навыка. Взаимосвязь физических качеств   |           | 4         | 2         | 8         | 14                |
| <b>3</b>  | <b>Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Этика физической культуры и спорта</b> |           |           |           |           | <b>17</b>         |
| 3.1       | Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий   | 2         |           |           | 1         | 3                 |
| 3.2       | Организация спортивных мероприятий   | 2         | 2         | 2         |           | 6                 |
| 3.3       | Нравственные отношения в спорте  |           |           |           | 4         | 4                 |
| 3.4       | Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА  |           |           |           | 4         | 4                 |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>24</b> | <b>26</b> | <b>24</b> | <b>58</b> | <b>132</b>        |

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина «*Элективные дисциплины по физической культуре и спорту*» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность.

С целью успешного изучения материала каждого раздела рекомендуется регулярное посещение практических занятий, а также использование сведений,

содержавшихся в литературных источниках, представленных в рабочей программе дисциплины.

Рабочая программа дисциплины предусматривает практические занятия, выполнение контрольных практических тестов (общих и специальных контрольных нормативов), в рамках текущего контроля, выполнение заданий с целью освоения часов самостоятельной работы.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за практические занятия (максимальная оценка в 1 и 4 семестрах – 32 балла, в 2 и 3 семестрах – 66 баллов), выполнение общих и специальных контрольных практических тестов (максимальная оценка за выполнение общих контрольных тестов – 20 баллов, максимальная оценка за выполнение специальных контрольных тестов – 8 баллов), освоение часов самостоятельной работы (максимальная оценка в 1 и 4 семестрах – 40 баллов, в 2 и 3 семестрах - 16 баллов).

**1 курс, I семестр (осенний) 2020/2021 уч. г.**  
(Группа здоровья основная)

| Месяц            | Практические занятия<br>(контактная работа) |                     | Текущий и итоговый контроль |                      |                                    |                    |
|------------------|---|---------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|
|                  |   |                     | Самостоятельная работа*     |                      | Контактная самостоятельная работа* |                    |
|                  | <i>Освоенные часы<br/>(практ. занятия)</i>  | <i>баллы</i>        | <i>Освоенные часы</i>       | <i>баллы</i>         | <i>Контрольные нормативы</i>       | <i>баллы</i>       |
| Сентябрь         | 8 часов (4занятия)                          | 8 баллов            | -                           | -                    | 100м**<br>Кросс**                  | 4 балла<br>4 балла |
| Октябрь          | 8 часов (4 занятия)                         | 8 баллов            | 6 часов                     | 10 баллов            | -                                  | -                  |
| Ноябрь           | 8 часов (4 занятия)                         | 8 баллов            | 6 часов                     | 10 баллов            | -                                  | -                  |
| Декабрь          | 8 часов (4 занятия)                         | 8 баллов            | 12 часов                    | 40 баллов            | Пресс**                            | 4 балла            |
|                  |   |                     |                             |                      | Отжимание**<br>Длина**             | 4 балла<br>4 балла |
|                  |   |                     |                             |                      | Специальные***<br>нормативы        | 8 баллов           |
| Всего в семестре | 32 часа<br>(16 занятий)                     | <b>32<br/>балла</b> | 24 часа                     | <b>40<br/>баллов</b> | <b>28<br/>баллов</b>               |                    |
| <b>ИТОГО</b>     | <b>56 часов / 100 баллов</b>                |                     |                             |                      |                                    |                    |

**1 курс, II семестр (весенний) 2020/2021 уч. г.**  
(Группа здоровья основная)

| Месяц            | Практические занятия<br>(контактная работа) |                      | Текущий и итоговый контроль |                      |                                    |                    |
|------------------|---|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|
|                  |   |                      | Самостоятельная работа*     |                      | Контактная самостоятельная работа* |                    |
|                  | <i>Освоенные часы<br/>(практ. занятия)</i>  | <i>баллы</i>         | <i>Освоенные часы</i>       | <i>баллы</i>         | <i>Контрольные нормативы</i>       | <i>баллы</i>       |
| Февраль          | 16 часов (8 занятий)                        | 16 баллов            | -                           | -                    | -                                  | -                  |
| Март             | 16 часов (8 занятий)                        | 16 баллов            | 8 часов                     | -                    | -                                  | -                  |
| Апрель           | 16 часов (8 занятий)                        | 16 баллов            | 8 часов                     | -                    | Отжимание**<br>Длина**             | 4 балла<br>4 балла |
| Май              | 18 часов (9 занятий)                        | 18 баллов            | 10 часов                    | 16 баллов            | Пресс**                            | 4 балла            |
|                  |   |                      |                             |                      | 100м**<br>Кросс**                  | 4 балла<br>4 балла |
|                  |   |                      |                             |                      | Специальные**<br>* нормативы       | 8 баллов           |
| Всего в семестре | 66 часов<br>(33 занятия)                    | <b>66<br/>баллов</b> | 26 часов                    | <b>16<br/>баллов</b> | <b>28<br/>баллов</b>               |                    |
| <b>ИТОГО</b>     | <b>92 часа / 100 баллов</b>                 |                      |                             |                      |                                    |                    |

\* Самостоятельное (или частично самостоятельное) выполнение студентом блоков тематических заданий, разработанных кафедрой физического воспитания в соответствии с учебно-тематическими планами отделений или специализаций на текущий учебный семестр

\*\* Общие контрольные нормативы (их списка норм ВФСК ГТО). К выполнению контрольных нормативов студенту в семестре необходимо освоить не менее 40 часов учебной дисциплины

\*\*\* Специальные контрольные нормативы, разработанные кафедрой физического воспитания в соответствии со спецификой отделений или специализаций на текущий учебный семестр. К выполнению контрольных нормативов студенту в семестре необходимо освоить не менее 40 часов учебной дисциплины

**2 курс, III семестр (осенний) 2020/2021 уч. г.**  
(Группа здоровья основная)

| Месяц            | Практические занятия<br>(контактная работа) |                      | Текущий и итоговый контроль |                      |                                    |                               |
|------------------|---|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|                  |   |                      | Самостоятельная работа*     |                      | Контактная самостоятельная работа* |                               |
|                  | <i>Освоенные часы<br/>(практ. занятия)</i>  | <i>баллы</i>         | <i>Освоенные часы</i>       | <i>баллы</i>         | <i>Контрольные нормативы</i>       | <i>баллы</i>                  |
| Сентябрь         | 16 часов (8 занятий)                        | 16 баллов            | -                           | -                    | 100м**<br>Кросс**                  | 4 балла<br>4 балла            |
| Октябрь          | 16 часов (8 занятий)                        | 16 баллов            | 8 часов                     |                      | -                                  | -                             |
| Ноябрь           | 16 часов (8 занятий)                        | 16 баллов            | 8 часов                     |                      | -                                  | -                             |
| Декабрь          | 18 часов (9 занятий)                        | 18 баллов            | 8 часов                     | 16 баллов            | Пресс**<br>Отжимание**<br>Длина**  | 4 балла<br>4 балла<br>4 балла |
|                  |   |                      |                             |                      | Специальные**<br>* нормативы       | 8 баллов                      |
| Всего в семестре | 66 часов<br>(33 занятия)                    | <b>66<br/>баллов</b> | 24 часа                     | <b>16<br/>баллов</b> | <b>28<br/>баллов</b>               |                               |
| <b>ИТОГО</b>     | <b>90 часов / 100 баллов</b>                |                      |                             |                      |                                    |                               |

**2 курс, IV семестр (весенний) 2020/2021 уч. г.**  
(Группа здоровья основная)

| Месяц            | Практические занятия<br>(контактная работа) |                     | Текущий и итоговый контроль |                      |                               |                               |
|------------------|---|---------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                  |   |                     | Самостоятельная работа*     |                      | Контактная самостоят. работа* |                               |
|                  | <i>Освоенные часы<br/>(практ. занятия)</i>  | <i>баллы</i>        | <i>Освоенные часы</i>       | <i>баллы</i>         | <i>Контрольные нормативы</i>  | <i>баллы</i>                  |
| Февраль          | 8 часов (4 занятия)                         | 8 баллов            | 12 часов                    | 4 балла              | -                             | -                             |
| Март             | 8 часов (4 занятия)                         | 8 баллов            | 12 часов                    | 4 балла              | -                             | -                             |
| Апрель           | 8 часов (4 занятия)                         | 8 баллов            | 12 часов                    | 8 баллов             | Отжимание**<br>Длина**        | 4 балла<br>4 балла            |
| Май              | 8 часов (4 занятия)                         | 8 баллов            | 22 часа                     | 24 балла             | Пресс**<br>100м**<br>Кросс**  | 4 балла<br>4 балла<br>4 балла |
|                  |   |                     |                             |                      | Специальные**<br>* нормативы  | 8 баллов                      |
| Всего в семестре | 32 часа<br>(16 занятий)                     | <b>32<br/>балла</b> | 58 часов                    | <b>40<br/>баллов</b> | <b>28<br/>баллов</b>          |                               |
| <b>ИТОГО</b>     | <b>90 часов / 100 баллов</b>                |                     |                             |                      |                               |                               |

\* Самостоятельное (или частично самостоятельное) выполнение студентом блоков тематических заданий, разработанных кафедрой физического воспитания в соответствии с учебно-тематическими планами отделений или специализаций на текущий учебный семестр

\*\* Общие контрольные нормативы (их списка норм ВФСК ГТО). К выполнению контрольных нормативов студенту в семестре необходимо освоить не менее 40 часов учебной дисциплины

\*\*\* Специальные контрольные нормативы, разработанные кафедрой физического воспитания в соответствии со спецификой отделений или специализаций на текущий учебный семестр. К выполнению контрольных нормативов студенту в семестре необходимо освоить не менее 40 часов учебной дисциплины

## **8.1. Реферативно-аналитическая работа**

### **Примерные темы реферативно-аналитической работы**

#### **Раздел 1.**

19. Формы занятий физическими упражнениями.
20. Что такое урочные формы занятий.
21. Что такое внеурочные формы занятий.
22. Малые формы занятий.
23. Крупные формы занятий.
24. Соревновательные формы занятий.
25. Основная направленность занятий по общей физической подготовке.
26. Спортивно-тренировочные занятия.
27. Методико-практические занятия.
28. Занятия по прикладной физической подготовке.
29. Для чего необходима вводная часть, подготовительная, основная, заключительная части занятия
30. Индивидуальные и групповые занятия.
31. Цель спортивной тренировки.
32. Какие стороны подготовки спортсмена входят в содержание спортивной тренировки
33. Для чего необходима теоретическая подготовка спортсмена в выбранном виде спорта
34. Что включает в себя техническая подготовка спортсмена
35. Для чего необходима психологическая подготовка спортсмена
36. Для чего необходима тактическая подготовка спортсмена
37. Основные задачи, решаемые в ходе подготовки оздоровительной тренировки
38. Основные задачи, решаемые в ходе спортивной тренировки
39. В чем разница между оздоровительной и спортивной тренировкой
40. Чем характеризуется «тренированность»
41. Чем характеризуется «подготовленность»
42. Чем характеризуется «спортивная форма»
43. Что такое «специальная тренированность»
44. Что такое «общая тренированность»
45. Перечислите принципы спортивной тренировки.
46. Перечислите принципы оздоровительной тренировки.

47. Принципы индивидуализации при построении и проведении тренировок
48. Характеристики спортивной специализации
49. Избранные соревновательные упражнения, специально подготовленные упражнения.
50. Методы спортивной тренировки.
51. Общепедагогические методы спортивной тренировки.
52. Практические методы, наглядные методы.
53. Методы, направленные (преимущественно) на совершенствование физических качеств
54. Интервальный метод тренировки
55. Игровой метод оздоровительной тренировки
56. Структура тренировки
57. Этап углубленной специализации
58. Этап совершенствования

## Раздел 2.

- 5) Комплекс ГТО в нашей стране
- 6) Из скольких ступеней состоял первый комплекс ГТО в нашей стране
- 7) Вторая ступень комплекса ГТО
- 8) Ступень «Будь готов к труду и обороне»
- 9) Специальная ступень комплекса ГТО «ВСК» (военно-спортивный комплекс)
- 10) Ступень «ГЗР» (готов к защите Родины)
- 11) В 1968 году введен комплекс «Готов к гражданской обороне», для какой категории граждан введен этот комплекс
- 12) Прекращение существования комплекса ГТО
- 13) Возрождение ВФСК ГТО
- 14) Современный комплекс ГТО – ступени и части
- 15) Нормативно-тестирующая часть ВФСК ГТО, спортивная часть ВФСК ГТО
- 16) Принципы построения комплекса ГТО
- 17) Основными направлениями внедрения комплекса ГТО являются:
- 18) Структура каждой ступени комплекса ГТО (блоки)
- 19) К обязательным тестам относятся:
- 20) К тестам по выбору относятся:
- 21) Послы ГТО. Фирменный стиль ГТО
- 22) Идентификационный номер, что означают цифры идентификационного номера
- 23) Медицинская справка-допуск на выполнение норм ГТО
- 24) В течении какого времени выполняются нормативы комплекса ГТО
- 25) Протокол тестирования ГТО, кто его подписывает, сколько лет хранятся данные о выполнении гражданами испытаний комплекса ГТО
- 26) Знак отличия ГТО
- 27) Приказ о награждении граждан золотым знаком ГТО

- 28) Для того чтобы участники могли полностью реализовать свои способности тестирование начинается с наименее энергозатратных видов испытаний.
- 29) Наиболее эффективной порядок сдачи норм комплекса ГТО
- 30) Выполнение норматива «челночный бег»
- 31) Выполнение нормативов «бег на 30, 60, 100 м»; «бег на 1; 1,5; 2; 3 км»
- 32) Выполнение нормативов «смешанное передвижение», «кросс по пересеченной местности»
- 33) Выполнение норматива «прыжок в длину с места»
- 34) Выполнение нормативов «Подтягивание из виса лежа на низкой перекладине», «Подтягивание на высокой перекладине»
- 35) Выполнение норматива «рывок гири»
- 36) Выполнение норматива «сгибание и разгибание рук в упоре лежа»
- 37) Выполнение норматива «поднимание туловища из положения лежа на спине»
- 38) Выполнение норматива «наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на полу или на гимнастической скамье»
- 39) Выполнение нормативов «метание теннисного мяча в цель», «метание спортивного снаряда на дальность»
- 40) Выполнение нормативов «плавание на 10, 15, 25, 50 м»
- 41) Выполнение норматива «бег на лыжах на 1, 2, 3, 5 км»
- 42) Выполнение норматива «стрельба из пневматической винтовки»
- 43) Выполнение норматива «туристический поход с проверкой туристических навыков»
- 44) Выполнение норматива «скандинавская ходьба»

### **Раздел 3.**

7. Физкультурно-спортивные мероприятия.
8. Массовые физкультурно-оздоровительные мероприятия.
9. Отличие массовых физкультурно-оздоровительных мероприятий от спортивных соревнований.
10. Рекламно-пропагандистские мероприятия.
11. Учебно-тренировочные мероприятия.
12. Предмет состязаний.
13. Судейство.
14. Спортсмены.
15. Классификация спортивных соревнований.
16. Классификация спортивных соревнований по целям их проведения:
17. Главные (основные) спортивные соревнования.
18. Отборочные спортивные соревнования.
19. Подводящие спортивные соревнования.
20. Квалификационные спортивные соревнования.
21. Подготовительные спортивные соревнования.

- 22.ЕВСК.
- 23.Перечислите комплексные соревнования.
- 24.Перечислите соревнования по отдельным видам спорта (дифференциация).
- 25.Чемпионаты, кубки, первенства (в соответствии с ЕВСК).
- 26.Правила военно-прикладных и служебно-прикладных видов спорта.
- 27.Правила национальных видов спорта.
- 28.Спорт высших достижений.
- 29.ЕКП (единый календарный план), части ЕКП.
- 30.Порядок организации и проведения крупнейших спортивных соревнований (Олимпийских игр)
- 31.Организация, организующая и проводящая соревнования – назовите порядок.
- 32.Волонтеры. Их роль в помощи проведения соревнований.
- 33.Волонтерское движение.
- 34.Классификация спортивных соревнований.
- 35.Сценарий спортивного соревнования.
- 36.Системы (способы) проведения спортивных соревнований. Система непосредственного определения мест:
- 37.Круговая система. Система с выбыванием.
- 38.Принципы четвертьфиналов, полуфиналов, финалов.
- 39.Смешанная система соревнований.
- 40.Блицтурниры.
- 41.Выбор системы проведения соревнований.
- 42.Обеспечение безопасности проведения соревнований.
- 43.«Этика спорта». Профессиональная этика.
- 44.FAIR PLAY – как основа этичного поведения. Принципы Fair Play.
- 45.Профилактика нарушений спортивной этики.
- 46.ВАДА. ее цели и задачи.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 7 практических, контрольных тестовых нормативов в каждом семестре. Максимальная оценка за контрольные нормативы 1-4 семестр, составляет 4 балла за каждый. Всего в каждом учебном семестре за все нормативы максимум 28 баллов.

### **Примерные обязательные практические тесты общеразвивающей направленности по общей физической подготовке – для текущего контроля освоения дисциплины**

(проводятся в начале семестра, результаты приведены в соответствии с нормами ВФСК ГТО – для сравнительного анализа)

| МУЖЧИНЫ   |                    |                    |        | ЖЕНЩИНЫ   |                    |                    |        |
|---|--------------------|--------------------|--------|---|--------------------|--------------------|--------|
| 4 балла,<br>золото  | 3балла,<br>серебро | 2 балла,<br>бронза | 1 балл | 4 балла,<br>золото  | 3балла,<br>серебро | 2 балла,<br>бронза | 1 балл |
| <b>1. БЕГ 100 метров, сек</b>   |                    |                    |        |   |                    |                    |        |
| 13,5  | 14,8               | 15,1               | 15,2   | 16,5  | 17,0               | 17,5               | 17,6   |
| <b>2. КРОСС, мин.</b>   |                    |                    |        |   |                    |                    |        |
| <b>3 000 метров</b>   |                    |                    |        | <b>2 000 метров</b>   |                    |                    |        |
| 12,30   | 13,30              | 14,00              | 14,01  | 10,30   | 11,15              | 11,35              | 11,36  |
| <b>3. ПРЕСС</b> (лежа на спине, руки за головой, ноги согнуты в коленях и зафиксированы). Поднять корпус, грудью коснуться колен (оценивается качество выполнения упражнения), количество раз за 1 минуту |                    |                    |        |   |                    |                    |        |
| 47  | 40                 | 34                 | 33     | 47  | 40                 | 34                 | 33     |
| <b>4. ПРЫЖОК В ДЛИНУ С МЕСТА</b> , толчком двумя ногами, см   |                    |                    |        |   |                    |                    |        |
| 240   | 230                | 215                | 214    | 195   | 180                | 170                | 169    |
| <b>5. СГИБАНИЕ И РАЗГИБАНИЕ РУК В УПОРЕ</b> лежа на полу (оценивается качество выполнения упражнения), кол-во раз   |                    |                    |        |   |                    |                    |        |
| 25  | 20                 | 16                 | 12     | 14  | 12                 | 10                 | 9      |
| <b>6. Подтягивание из виса на высокой перекладине</b> , кол-во раз  |                    |                    |        | <b>6. Подтягивание из виса на низкой перекладине</b> , кол-во раз |                    |                    |        |
| 13  | 10                 | 9                  | 8      | 13  | 10                 | 8                  | 6      |

**Примерные практические тесты специальной направленности по общей физической подготовке – для текущего контроля освоения дисциплины (проводятся в конце каждого семестра)**

| МУЖЧИНЫ  |         |         |        | ЖЕНЩИНЫ |         |         |        |
|--|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| <b>1. «ГИБКОСТЬ»</b> – Наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами на гимнастической скамье (ниже уровня скамьи – см) |         |         |        |         |         |         |        |
| 4 балла  | 3 балла | 2 балла | 1 балл | 4 балла | 3 балла | 2 балла | 1 балл |
| +13  | +7      | +6      | +5     | +16     | +11     | +8      | +7     |
| <b>2. Метание спортивного снаряда</b> (мяча 150 г) с расстояния 6 м в мишень диаметром 1 м (пять попыток)                  |         |         |        |         |         |         |        |
| 4 балла  | 3 балла | 2 балла | 1 балл | 4 балла | 3 балла | 2 балла | 1 балл |
| 5  | 4       | 3       | 2      | 5       | 4       | 3       | 2      |

**Правильность выполнения контрольных нормативов – тестов (для сравнительного анализа нормы ГТО Всероссийского физкультурно-оздоровительного комплекса)**

**1. «Гибкость» – наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами стоя на гимнастической скамье**

Примите исходное положение: ноги выпрямлены в коленях, расстояние между стопами 10 – 15 сантиметров. Выполните два предварительных наклона, при третьем согнитесь и задержитесь в этом положении в течении двух секунд.

**2. Метание теннисного мяча**

Производится с шести метров, на стене гимнастический обруч диаметром 90 см, исходное положение: туловище повернуто грудью в сторону метания, правая рука согнута в локте, локоть опущен, кисть с мячом на уровне плеча, перейдите в положение натянутого лука, финальное усилие с активным захлестом кисти руки, туловище и ноги выпрямляются.

Ошибки:

- 1) Заступ за линию метания;
- 2) Снаряд не попал в «коридор»;
- 3) Попытка выполнена без разрешения судьи.

Участнику предоставляется право выполнить три броска. В зачет идет лучший результат. Измерение производится от линии метания до места приземления снаряда.

Участники V – VII ступеней выполняют метание спортивного снаряда весом 700 и 500 г.

**3. Бег на короткие дистанции – 100 метров**

Технику бега на короткие дистанции можно условно разбить на 4 фазы:

- старт
- стартовый разбег
- бег на дистанции
- финиширование

**4. КРОСС – бег на длинные дистанции по пересеченной местности**

Кросс – бег по пересеченной местности. Это легкоатлетическая дисциплина, которая направлена на гармоничное физическое развитие человека. Занятия кроссом благотворно влияют на организм в целом: развивают силу мышц, укрепляют нервную систему, улучшают кровообращение и дыхательную работу. Кроме того, кроссы развивают сообразительность человека, умение преодолевать препятствия и распределять свои силы. Основными задачами кроссовой подготовки являются: тренировка выносливости; развитие скорости, силы и ловкости; воспитание потребности в самостоятельных физических занятиях.

Уроки кроссовой подготовки следует начинать с разминки. Она может длиться от 5 до 15 минут. Не стоит усердствовать, чтобы поберечь силы для выполнения основных упражнений. Комплекс разминки включает разные виды ходьбы (на носках и на пятках), бег приставным шагом на правый и левый бок и упражнение на дыхание. В качестве общего разогрева мышц тела можно

использовать классические вращения головой и руками, наклоны вперед/назад, выпады и прыжки (<http://fb.ru/article/287300/krossovaya-podgotovka-znachenie>)

## **5. Прыжок в длину с места толчком двумя ногами**

Прыжок в длину с места толчком двумя ногами выполняется в соответствующем секторе для прыжков. Место отталкивания должно обеспечивать хорошее сцепление с обувью. Участник принимает исходное положение (далее – ИП): ноги на ширине плеч, ступни параллельно, носки ног перед линией измерения.

Одновременным толчком двух ног выполняется прыжок вперед. Мах руками разрешен.

Измерение производится по перпендикулярной прямой от линии измерения до ближайшего следа, оставленного любой частью тела участника. Участнику предоставляются три попытки. В зачет идет лучший результат.

Ошибки:

- 1) заступ за линию измерения или касание ее;
- 2) выполнение отталкивания с предварительного подскока;
- 3) отталкивание ногами одновременно.

**6. Пресс** – норматив на укрепление мышц брюшного пресса. Упражнение выполняется только на жесткой поверхности. На пол необходимо положить туристический коврик. Выполнять упражнение «пресс» могут только те студенты, у которых нет проблем со спиной (!) для тех студентов, у которых группа здоровья – основная. Верхний пресс: согните ноги в коленях, поднимайте корпус вверх, причем поясница не должна отрываться от пола, только предплечья и лопатки.

Упражнение выполняется плавно, избегая рывков. Вдох стоит делать, поднимая корпус, а выдох – возвращаясь в исходное положение.

## **7. «Отжимание»:**

### **7.1. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу**

Тестирование сгибания и разгибания рук в упоре лежа на полу, может проводиться с применением «контактной платформы», либо без нее. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу, выполняется из ИП: упор лежа на полу, руки на ширине плеч, кисти вперед, локти разведены не более чем на 45 градусов, плечи, туловище и ноги составляют прямую линию. Стопы упираются в пол без опоры.

Сгибая руки, необходимо коснуться грудью пола или «контактной платформы» высотой 5 см, затем, разгибая руки, вернуться в ИП и, зафиксировав его на 0,5 с, продолжить выполнение тестирования.

Засчитывается количество правильно выполненных сгибаний и разгибаний рук.

Ошибки:

47. касание пола коленями, бедрами, тазом;
- 2) нарушение прямой линии «плечи - туловище – ноги»;
- 3) отсутствие фиксации на 0,5 с ИП;
- 4) поочередное разгибание рук;
- 5) отсутствие касания грудью пола (платформы);

б) разведение локтей относительно туловища более чем на 45 градусов.

### **7.2. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на гимнастической скамье или на сиденье стула**

Сгибание и разгибание рук в упоре лежа выполняется из ИП: упор лежа на гимнастической скамье (или сиденье стула), руки на ширине плеч, кисти рук опираются о передний край гимнастической скамьи (или сиденья стула), плечи, туловище и ноги составляют прямую линию. Стопы упираются в пол без опоры.

Сгибая руки, необходимо прикоснуться грудью к гимнастической скамье (или сиденья стула), затем, разгибая руки, вернуться в ИП и, зафиксировав его на 0,5с, продолжить выполнение упражнения.

Засчитывается количество правильно выполненных сгибаний - разгибаний рук, фиксируемых счетом судьи в ИП.

Ошибки:

- 1) касание пола коленями;
- 2) нарушение прямой линии «плечи – туловище – ноги»;
- 3) отсутствие фиксации ИП на 0,5с;
- 4) поочередное разгибание рук;
- 5) отсутствие касания грудью скамьи (или стула).

### **8. Подтягивание из виса на высокой перекладине (мужчины)**

Подтягивание из виса на высокой перекладине выполняется из ИП: вис хватом сверху, кисти рук на ширине плеч, руки, туловище и ноги выпрямлены, ноги не касаются пола, ступни вместе.

Участник подтягивается так, чтобы подбородок пересек верхнюю линию грифа перекладины, затем опускается в вис и, зафиксировав на 0,5 с ИП, продолжает выполнение упражнения. Засчитывается количество правильно выполненных подтягиваний.

Ошибки:

- 1) подтягивание рывками или с махами ног (туловища);
- 2) подбородок не поднялся выше грифа перекладины;
- 3) отсутствие фиксации на 0,5 с ИП;
- 4) одновременное сгибание рук.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература.**

#### **А. Основная литература**

1. Головина В. А. Учебная и внеучебная физкультурно-оздоровительная и спортивно-массовая работа / В. А. Головина, Т. Н. Акулова, И. В. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 40 с.
2. Акулова, Т. Н. Физическая культура. Самбо. Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, В. Д. Щербинина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 80 с.

3. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Бальные танцы: Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, Р. В. Якушин. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 72 с.
4. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Оздоровительная аэробика. Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, О. В. Носик, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 85 с.
5. **Акулова, Т. Н.** Физическая культура. Атлетическая гимнастика. Зал КСК «Тушино». Учебно-методический комплекс / Т. Н. Акулова, В. А. Головина, С. А. Ушаков, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 116 с.
6. **Плаксина, Н. В.** Психолого-педагогические и медико-биологические основы в структуре дисциплины «Физическая культура и спорт»: учеб. пособие / Н. В. Плаксина, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 124 с.
7. **Носик, О. В.** – Современные технологии физической культуры для лиц с ограниченными возможностями здоровья. Аэробно – эстетические направления: учебно – методическое пособие / О. В. Носик. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2020. – 100 с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. **Холодов, Ж. К.** Теория и методика физического воспитания и спорта / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М.: Академия, 2018. – 496 с.
2. **Носик, О. В.** Классическая аэробика. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, В. А. Головина, Т. Н. Акулова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 24 с.
3. **Липченко, Ю. П.** Методические рекомендации по обучению плаванию студентов с высокой степенью водобоязни и психогенной напряженностью. Учебно-методическое пособие / Ю. П. Липченко, В. А. Головина, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 16 с.
4. **Рощина, М. Б.** Построение процесса тренировки квалифицированных пловцов – студентов учебных заведений / М. Б. Рощина, А. Н. Хорошев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 36 с.
5. **Носик, О. В.** Основы степ-аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, И. В. Иванов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 40 с.
6. **Носик, О. В.** Средства и методы развития гибкости в учебных программах по оздоровительной аэробике. Учебно-методическое пособие / сост. О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 20 с.
7. **Носик, О. В.** Теория и методика силовой аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, В. В. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
8. **Носик, О. В.** Теория и методика танцевальной аэробики. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина, Д. Ю. Кладова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.
9. **Головина, В. В.** Аэробика и активный отдых. Часть 1 (TRX). Учебно-методическое пособие / В. В. Головина, О. В. Носик, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 24 с.

10. **Головина, В. В.** Формирование мышечного корсета на занятиях по оздоровительной аэробике для студентов непрофильного вуза (учебно-методическое пособие) / В. В. Головина, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 20 с.
11. **Рощина, М. Б.** Самостоятельные занятия физической культурой для студентов старших курсов (учебно-методическое пособие) / М. Б. Рощина, А. Н. Хорошев. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 36 с.
12. **Якушин, Р. В.** Самба. Адаптированный курс для студентов непрофильных специальностей / Р. В. Якушин, Т. Н. Акулова, В. А. Головина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 36 с.
13. **Носик, О. В.** Нетрадиционные технологии Адаптивной физической культуры. Фитбол. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, Д. Ю. Кладова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. – 28 с.
14. **Носик, О. В.** Нетрадиционные технологии Адаптивной физической культуры. Фитбол. Учебно-методическое пособие / О. В. Носик, Т. Н. Акулова, Д. Ю. Кладова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. – 28 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ.
- Видео-консультации в условиях реализации дисциплины с ЭО и ДОТ.

Публицистические журналы и научные журналы, перечня ВАК:

1. «Большой спорт» – журнал Алексея Немова. ISSN 1817–2547 <https://publishing.mediocrat.com/ru/projects/bolshoy-sport>
2. «Физическая культура, спорт – наука и практика». ISSN 1817-4779 <https://kgufkst.ru/science/nauchno-metodicheskiy-zhurnal/>
3. Лыжный спорт. ISSN 1729-6595 <https://www.skisport.ru/>
4. Шахматное обозрение. ISSN 0205-8316. <http://www.64.ru/>
5. Человек. Спорт. Медицина. ISSN 2500-0195, <https://hsm.susu.ru/hsm/index>
6. «Железный мир» ISSN 1726-8109 [www.ironworld.ru](http://www.ironworld.ru)
7. «Коневодство и конный спорт» ISSN <http://www.konevodstvo.org/>
8. «Легкая атлетика» ISSN 0024-4155

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://studsport.ru>

Общероссийская общественная организация «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту как в Российской Федерации, так и в каждом конкретном регионе страны.

<https://mrsss.ru/>

Московское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российский студенческий спортивный союз». Портал посвящен студенческому спорту в Москве (вузы Москвы)

<https://vk.com/kafedrasportarxty>

Кафедра спорта РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте.

Страница создана с целью просвещения и популяризации спорта в Российском химико-технологическом университете, а также является навигатором в учебной деятельности по дисциплинам «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

<http://o-gto.ru/normy-gto-tablitsa-normativov/>

Портал является проводником по Всероссийскому физкультурно-спортивному комплексу «Готов к труду и обороне» (нормы ГТО, таблицы нормативов, техника выполнения, соревнования ГТО).

<https://www.minsport.gov.ru/sport/high-sport/skrytaya-edin-vseros/31598/>

Отдельный раздел на сайте Министерства спорта Российской Федерации, посвящен нормативному документу – Единая Всероссийская спортивная классификация 2018 – 2021 гг. (о всех видах спорта, правилах получения и присвоения разрядов и званий)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тем для реферативных работ для текущего контроля освоения дисциплины (общее число рефератов – 40);
- банк практических тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число контрольных тестов – 10).

#### **9.3.1. Для теоретического раздела:**

#### **9.3.2. Для практического раздела:**

- шведские стенки;
- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;
- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- рулетки, секундомеры, измерительные линейки большие;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка;
- индивидуальный инвентарь по выбранному виду спорта.

#### **9.3.3. Для контрольного раздела (подготовка и сдача контрольных практических-тестов по общей физической подготовке):**

- измерительные линейки большие и малые («прыжок в длину с места», «гибкость»);
- коврики туристические (норматив «пресс»);
- гимнастические скамейки (норматив – «сгибание и разгибание рук в упоре лежа от гимнастической скамьи», «гибкость»);

- мячи для тенниса (норматив «меткость»);
- секундомеры, сигнальная лента, планшеты, цветные карточки участника, оградительные флажки (норматив «кросс», «100 метров»);
- индивидуальный инвентарь по выбранному виду спорта.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584> (дата обращения 10.05.2021)

- Указ Президента РФ от 24.03.2014 № 172 «О Всероссийском физкультурно-спортивном комплексе «Готов к труду и обороне» (ГТО)» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/38224> (дата обращения 10.05.2021.)

- Нормы ГТО. Таблица нормативов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gto.ru/norms> (дата обращения 10.05.2021).

- Приложение № 4 к Порядку проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних, утвержденному приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 августа 2017 г. № 514 н «Медицинское заключение о принадлежности несовершеннолетнего к медицинской группе для занятий физической культурой» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708210001> (дата обращения 10.05.2021).

- Страница кафедры физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева в контакте <https://vk.com/kafedrasportarxty>

- Страница кафедры физического воспитания «Спорт в РХТУ им. Д.И. Менделеева» в контакте [https://vk.com/muctr\\_sport](https://vk.com/muctr_sport)

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 г. составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в

которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе

### Электронный учебник в свободном доступе

2. Физическая культура студента: Учебник / Под ред. В.И. Ильинича. М.: Гардарики, 2000. – 448 с.// [http://clar.urfu.ru/bitstream/10995/1309/1/physical\\_culture.pdf](http://clar.urfu.ru/bitstream/10995/1309/1/physical_culture.pdf)

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Элективные дисциплины по физической культуре и спорту*» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

**- для теоретического раздела (обсуждение с членами сборных команд университета тренировочных, предсоревновательных, соревновательных моментов):**

оборудование с переносными электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью, библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

**- для практического раздела:**

спортивные залы различной направленности, оборудованные необходимым спортивным инвентарём:

- шведские стенки;
- скамейки гимнастические;
- мячи набивные;
- скакалки, гимнастические палки, обручи;
- резина спортивная;
- «колпачки» сигнальные;
- коврики туристические, маты;
- зеркальная стенка;
- инвентарь по различным видам спорта (волейбольные, баскетбольные, футбольные мячи, мячи для игры в регби, теннисные и бадминтонные ракетки, колабашки и доски для плавания, теннисные шарики и мячи для игры в теннис,

сетки для игры в волейбол, бадминтон, теннис, настольный теннис, тренажерные устройства, гантельная горка, степ-платформы, мячи-фитболы и др.);

- столы для настольного тенниса;

**- для контрольного раздела (подготовка и сдача контрольных нормативов):**

- измерительные линейки большие и малые (норматив прыжок в длину с места, гибкость);

- коврики туристические (норматив пресс;

- гимнастические скамейки (норматив – сгибание и разгибание рук в упоре лежа от гимнастической скамьи, гибкость);

- мячи теннисные (норматив меткость);

- секундомеры, сигнальная лента, планшеты, цветные карточки участника, оградительные флажки (норматив кросс, 100 метров);

- индивидуальный инвентарь по виду спорта.

Раздевалки студенческие (раздельно для мужчин и женщин), оборудованные шкафчиками для сменной одежды, скамейками для переодевания, дополнительными вешалками для одежды, душевыми кабинами, туалетными комнатами; розетками для подключения электрических приборов – фенов.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к разделам практических занятий; комплекты плакатов к специальным разделам дисциплины по выбранному виду спорта.

Страница кафедры физического воспитания РХТУ им. Д.И. Менделеева ВКонтакте <https://vk.com/kafedrasportarxty>

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по правильности выполнения норм ВФСК ГТО в тестовом режиме; по избранному виду спорта; кафедральные библиотеки электронных изданий.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора  | Срок окончания действия лицензии   | Примечание  |
|-------|---|---|--|---|
| 1     | WINHOME 10<br>Russian OLV NL<br>Each<br>AcademicEdition   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020<br>Контракт № не определен, проводится закупочная процедура | бессрочно  | Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.  |
| 2     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.  |
| 3     | O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft<br>Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020<br>Контракт № не определен, проводится закупочная процедура | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО), количество лицензий равно числу обучающихся |
| 4     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом  | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах  |

|  |  |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
|  |  | Контракт №<br>не<br>определен,<br>проводится<br>закупочная<br>процедура | перехода на<br>обновлённую<br>версию<br>продукта) | (инфраструктурное/<br>вспомогательное<br>ПО) |
|--|--|---|---|--|

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обязательные тесты проводятся в начале учебного года как контрольные, характеризующие уровень физической подготовленности первокурсника при поступлении в вуз и физическую активность студента в каникулярное время, и в конце учебного года – как определяющие динамику в уровне физической подготовленности за прошедший учебный год (или семестр).

В каждом семестре студенты выполняют не более 7 обязательных практических тестов, включая пять тестов общеразвивающей направленности (в зависимости от группы здоровья) контроля общей физической подготовленности, и два теста (в зависимости от группы здоровья), контроля специальной физической подготовленности.

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|---|---|
| Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки. Теоретико-методические основы физической культуры и спорта | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научно-практические основы физической культуры и спорта;</li> <li>- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;</li> <li>- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;</li> <li>- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> | Текущий контроль.<br>Оценка за проведение одной из составляющих частей оздоровительной тренировки, (практическое занятие) |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования  |  |
| <b>Раздел 2.</b> Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО   | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;</li> <li>- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</li> </ul> | <p>Прием тестов и контрольных легкоатлетических нормативов (для студентов основных и спортивных отделений).<br/>Оценка за время и качество выполнения каждого норматива.<br/>Прием тестов и контрольных нормативов (для студентов специального медицинского отделения).<br/>Оценка за технику и качество выполнения каждого норматива.</p> |
| <b>Раздел 3.</b> Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий, Этика физической культуры и спорта | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научно-практические основы физической культуры и спорта;</li> <li>- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;</li> <li>- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;</li> <li>- осуществлять самоконтроль за</li> </ul>  | <p>Текущий контроль. Оценка применения методических навыков по организации и проведению соревнований по выбранному виду спорта (практическое занятие).</p>   |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования</p>                       |  |
| <p>Тест № 1<br/>Бег на 100 метров</p>                                       | <p>Знает: особенности выполнения каждого конкретного теста (контрольного норматива)</p> <p>Владеет: техникой выполнения конкретного норматива, упражнения</p> <p>Умеет:<br/>самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;</p> | <p>Прием тестов и контрольных нормативов по легкой атлетике.</p> <p>Оценка за правильность выполнения низкого старта, время и качество выполнения каждого норматива.</p>         |
| <p>Тест № 2<br/>Кросс<br/>- бег 2000 м (жен)<br/>- бег 3000 м (муж)</p>     | <p>осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;</p>   | <p>Оценка за время которое пробежал студент, выносливость, общее состояние после выполнения данного норматива, ЧСС</p>   |
| <p>Тест № 3 «Пресс»<br/>(упражнение на укрепление мышц брюшного пресса)</p> | <p>выполнять индивидуально подобранные комплексы оздоровительной физической культуры,</p>   | <p>Тестирование практическое, оценивается правильность выполнения норматива, контроль дыхания, техника выполнения упражнения</p>   |
| <p>Тест № 4 Прыжок в длину с места</p>                                      |   | <p>Тестирование практическое.</p> <p>Оценка за качество техники выполнения норматива и расстояние, на которое выполняется прыжок.</p> <p>Ошибки: 1) наличие заступа за линию</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>измерения или касание ее;</p> <p>2) выполнение отталкивания с предварительного подскока;</p> <p>3) не одновременное отталкивание двумя ногами.</p>   |
| Тест № 5.1. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу |  | <p>Тестирование практическое. Оценка за качество техники выполнения норматива, и количество качественно выполненных упражнений.</p> <p>Ошибки:</p> <p>1) касание пола коленями;</p> <p>2) нарушение прямой линии «плечи – туловище – ноги»;</p> <p>3) отсутствие фиксации ИП на 0,5с;</p> <p>4) поочередное разгибание рук;</p> <p>5) отсутствие касания грудью скамьи (или стула).</p> |
| Тест № 5.2. Подтягивание из виса на высокой перекладине    |  | <p>Тестирование практическое. Оценка за качество техники выполнения норматива, и количество качественно выполненных упражнений.</p> <p>Ошибки:</p> <p>1) подтягивание рывками или с махами ног (туловища);</p>  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <p>2) подбородок не поднялся выше грифа перекладины;</p> <p>3) отсутствие фиксации на 0,5 с ИП;</p> <p>4) разновременное сгибание рук.</p>  |
| Тест № 6<br>Упражнение на развитие гибкости |  | Тестирование практическое, Оценка за качество техники выполнения норматива и расстояние, на которое выполняется наклон.                     |
| Тест № 7<br>Упражнение на развитие меткости |  | Оценка за качество техники выполнения норматива и расстояние, на которое выполняется точность выполнения бросков.                           |
| в т.ч. соревновательный                     |  | Форма: соревнования личные и командные. Оценка за участие и показанные результаты в соревнованиях.  |
| Контрольный раздел                          |  | Оценка за выполнение контрольных зачетных нормативов. Оценка результатов защиты рефератов (у студентов специального медицинского отделения) |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется по отдельно разработанной программе *«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту. Адаптивная физическая культура и спорт»*

в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»  
основной образовательной программы**

« \_\_\_\_\_ »  
код и наименование направления подготовки (специальности)

« \_\_\_\_\_ »  
наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                     |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                                |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__ от<br>«__»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__ от<br>«__»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__ от<br>«__»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__ от<br>«__»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №__ от<br>«__»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Практикум по микробиологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена  
профессором кафедры биотехнологии д.б.н. Н.Б. Градовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 6. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Практикум по микробиологии» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биологии и биохимии.

**Цель дисциплины** «Практикум по микробиология» дать студенту целостное представление о строении клетки, как элементарной единицы живого, об обмене веществ и превращении энергии в клетке, об особенностях микроорганизмов, которые являются одними из основных объектов биотехнологии, о разнообразии процессов метаболизма и биосинтетических процессов, закономерностях роста и способах культивирования микроорганизмов, об основах генетики микроорганизмов, о методах селекции, о роли микроорганизмов в природе, об участии в круговороте веществ.

Эти знания являются основой для разработки стадии культивирования микроорганизмов и направленного синтеза продуктов метаболизма биотехнологических процессов, методов микробиологического контроля и обеспечения биологической безопасности биотехнологий.

К **задачам** изучения дисциплины следует отнести:

- получение знаний в области прикладных аспектов микробиологии, использования микроорганизмов в биотехнологии;
- овладение основными приёмами микробиологической техники;
- получение практических знаний в области требований микроорганизмов для роста и развития, направленных биосинтетических процессов в клетке;
- овладение приёмами культивирования микроорганизмов и методами определения параметров их роста, методами микробиологического контроля биотехнологических процессов и санитарно-гигиенической оценки окружающей среды;

Дисциплина «Практикум по микробиологии» преподается в 5-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 7. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Практикум по микробиологии» направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

обладать: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4); владением основными методами и

приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- особенности строения клеток про- и эукариотических организмов;
- закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов;
- особенности метаболизма микроорганизмов и типы биологического окисления;
- основы генетики, изменчивость и основы селекции микроорганизмов;
- роль микроорганизмов в природе.

*Уметь:*

- подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля;
- определять обсеменённость объектов окружающей среды и техногенных потоков;
- разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста;
- выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологическими свойствами.

*Владеть:*

- основами микробиологической техники.

## 8. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины |            |           |
|--|------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр.ч    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>3,0</b>       | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,78</b>      | <b>64</b>  | <b>48</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0</b>         | <b>0</b>   | <b>0</b>  |
| Лабораторные занятия                               | 1,78             | 64         | 48        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0                | 0          | 0         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>1,22</b>      | <b>44</b>  | <b>33</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 1,22             | 0,2        | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                  | 43,8       | 32,85     |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                  |            |           |

|                                |              |   |   |
|--------------------------------|--------------|---|---|
| <b>Зачет</b>                   | +            | + | + |
| <b>Вид итогового контроля:</b> | <b>Зачет</b> |   |   |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

| № п/п | Раздел дисциплины                      | Акад. часов |                                      |          |                                      |                             |                                      |                            |                                      |                               |
|-------|--|-------------|--------------------------------------|----------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
|       |  | Всего       | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лекции   | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практи<br>ческие<br>занятия | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лаборат<br>орные<br>работы | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самосто<br>ятельная<br>работа |
| 1     | Биология протистов.                    | <b>47</b>   | <b>0</b>                             | <b>0</b> | <b>0</b>                             | <b>0</b>                    | <b>0</b>                             | <b>30</b>                  | <b>0</b>                             | <b>17</b>                     |
| 2     | Рост и культивирование микроорганизмов | <b>23</b>   | <b>0</b>                             | <b>0</b> | <b>0</b>                             | <b>0</b>                    | <b>0</b>                             | <b>14</b>                  | <b>0</b>                             | <b>9</b>                      |
| 3     | Метаболизм микроорганизмов.            | <b>21</b>   | <b>0</b>                             | <b>0</b> | <b>0</b>                             | <b>0</b>                    | <b>0</b>                             | <b>12</b>                  | <b>0</b>                             | <b>9</b>                      |
| 4     | Экология микроорганизмов               | <b>17</b>   | <b>0</b>                             | <b>0</b> | <b>0</b>                             | <b>0</b>                    | <b>0</b>                             | <b>8</b>                   | <b>0</b>                             | <b>9</b>                      |
|       | <b>ИТОГО</b>                           | <b>108</b>  | <b>0</b>                             | <b>0</b> | <b>0</b>                             | <b>0</b>                    | <b>0</b>                             | <b>64</b>                  | <b>0</b>                             | <b>44</b>                     |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Биология протистов.** Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Биология протистов (микроводоросли, грибы, простейшие, бактерии, вирусы): особенности строения клеток прокариот и эукариот, органеллы и их функции.

**Раздел 2. Рост и культивирование микроорганизмов.** Типы питания микроорганизмов, поступление питательных веществ в клетку. Влияние факторов окружающей среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Виды и состав питательных сред для культивирования микроорганизмов. Рост микроорганизмов, способы измерения роста. Методы культивирования: периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток. Кривая роста. Понятие о диауксии роста.

**Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов.** Типы биологического окисления (аэробное дыхание, анаэробное дыхание, брожение). Аэробное окисление органических веществ и неорганических соединений. Разнообразие окисляемых органических субстратов (белки, целлюлозосодержащие, углеводороды, C-1 соединения и др.). Неполное окисление, трансформация. Анаэробное разложение органических веществ.

**Раздел 4. Экология микроорганизмов.** Распространение микроорганизмов в биосфере. Формы взаимоотношений микроорганизмов. Микроорганизмы и биота.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:                       | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 |
|---|--|----------|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>  |          |          |          |          |
| 1 | Особенности строения клеток про- и эукариотических организмов;         | +        |          |          |          |
| 2 | Закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов         |          | +        |          | +        |
| 3 | особенности метаболизма, типы биологического окисления микроорганизмов |          |          | +        |          |
| 4 | основы генетики, изменчивость и основы селекции микроорганизмов;       |          |          |          | +        |
| 5 | роль микроорганизмов в природе   |          | +        | +        | +        |
|   | <b>Уметь:</b>  |          |          |          |          |

|  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| 6  | подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля   |   | + | + | + |
| 7  | определять обсеменённость объектов окружающей среды и техногенных потоков;  |   |   | + |   |
| 8  | Разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста;  |   |   |   | + |
| 9  | выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологическими свойствами.   |   |   | + | + |
|  | <b>владеть:</b>   |   |   |   |   |
| 10   | основами микробиологической техники; и методами работы  |   |   | + |   |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>общепрофессиональные и профессиональные компетенции:</b> |   |   |   |   |   |
| 11   | способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); | + |   | + | + |
| 12   | способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом  | + | + |   | + |

|    |  |   |   |   |   |
|----|--|---|---|---|---|
|    | процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4);  |   |   |   |   |
| 13 | владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); | + | + | + | + |

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Общая микробиология», а также дает знания о практическом использовании микроорганизмов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально по 2 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

#### **Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают**

| № п/п | № раздела | Наименование лабораторных работ  | Часы |
|-------|-----------|--|------|
| 1     | 1         | Устройство микроскопа. Микроскопия в светлом поле. Способы приготовления препаратов.                 | 3    |
| 2     | 1         | Морфология бактерий и цианобактерий. Приготовление 6-7 фиксированных препаратов. Методы микроскопии. | 3    |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | 1 | Морфология актиномицетов. Приготовление препаратов живых клеток – раздавленная капля. Приготовление препарата "отпечаток". Морфология грибов. Приготовление 6-7 препаратов раздавленная капля. Морфология простейших. Приготовление препарата "висячая капля" и раздавленная капля инфузории. Морфология одноклеточных водорослей. Приготовление препаратов "висячая и раздавленная капля" хлореллы и др. | 4 |
| 4 | 2 | Окраска бактерий по Граму (4 объекта). Определение размеров клеток дрожжей с помощью микрометра. Окраска включений, запасных питательных веществ (полисахаридов, полифосфатов и жироподобных веществ). Определение живых и мертвых клеток методом окраски.  | 4 |
| 5 | 2 | Подготовка питательных сред и посуды для культивирования микроорганизмов. посева микроорганизмов в жидкие питательные среды; на поверхность твердых сред. Техника (скошенная среда, чашки Петри, рассев шпателем).  | 3 |
| 6 | 3 | Способы культивирования микроорганизмов. Снятие кривой роста при глубинном периодическом культивировании.   | 3 |
| 7 | 3 | Определение значения для роста микроорганизмов элементов питательной среды. Методы определения роста микроорганизмов: турбидиметрический метод; подсчет клеток с помощью счетной камеры; подсчет жизнеспособности клеток путем высева на твердые среды (метод Коха) Определение обсемененности воздуха, воды, , рабочих поверхностей.   | 3 |
| 8 | 3 | Выделение чистой культуры (метод Коха). Определение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам (метод бумажных дисков).  | 3 |
| 9 | 4 | Получение накопительных культур микроорганизмов (5-6 различных групп микроорганизмов), разрушающих целлюлозу, денитрификаторов, аммонификаторов, азотфиксаторов. Определение  | 3 |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | антагонистической активности микроорганизмов (метод штрихов).                           |   |
| 10 | 4 | Микробиологические методы исследования объектов окружающей среды и техногенных потоков. | 3 |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- проработку теоретического материала по темам лабораторных работ;
- оформление и анализ полученных результатов;
- подготовка к зачету по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение лабораторного практикума (максимальная оценка 100 баллов).

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрена защита лабораторных работ с учетом качества их выполнения и оформления. Максимальная оценка в семестре – 100 баллов. Первая контрольная точка включает защиту лабораторных работ 1-5 и оценивается в 30 баллов, вторая – защиту лабораторных работ 6-10 и оценивается в 30 баллов, третья – защиту индивидуального задания и оценивается в 40 баллов.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа проводится в форме устного опроса по теме лабораторных работ 1-5.**

- Правила работы в микробиологической лаборатории. Микроскопические методы исследований.
- Устройство микроскопа.
- Микроскопия в светлом поле.

- Приготовление фиксированных препаратов.
- Морфология бактерий и цианобактерий.
- Методы микроскопии.
- Морфология актиномицетов.
- Морфология грибов.
- Морфология одноклеточных водорослей.
- Окраска бактерий по Граму.
- Определение размеров клеток микроорганизмов.
- Окраска включений, запасных питательных веществ (полисахаридов, полифосфатов и жироподобных веществ).
- Определение живых и мертвых клеток методом окраски.
- Найдите различия между автотрофными и гетеротрофными микроорганизмами.
- Перечислите основные химические элементы, входящие в состав бактериальной клетки.
- Каковы различия в источниках питания паразитов и сапрофитов?
- Охарактеризуйте пути поступления питательных веществ в клетку бактерии.
- Определите различия между пассивной и облегченной диффузией.
- Какую роль играют экзоферменты в питании бактерий?
- Укажите путь проникновения питательных веществ в клетку, при котором требуется затрата энергии.
- Как подразделяют бактерии по типу дыхания?
- Назовите тип дыхания, при котором акцептором электронов служит свободный молекулярный кислород.
- Какие соединения акцептируют электроны при брожении?
- Приведите примеры естественных и искусственных питательных сред.
- Какой ингредиент и в каком количестве добавляют для получения плотной питательной среды?
- Назовите микроорганизмы, которые не культивируются на искусственных питательных средах.
- С какой целью используют дифференциально-диагностические среды?
- Как классифицируют питательные среды по назначению?
- Дайте определение росту и размножению бактериальной клетки.
- Каким способом размножаются бактерии?
- Что называют временем генерации?
- Перечислите последовательность фаз при выращивании бактерий в жидкой питательной среде (в статической культуре).
- Перечислите признаки, характеризующие колонию бактерий.
- Назовите прибор, с помощью которого создаются анаэробные условия.
- Какие признаки характеризуют S- и R-формы колоний?
- Какие требования предъявляются к составу питательных сред?

**Разделы 2-3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**  
**Контрольная работа проводится в виде устного опроса по теме лабораторных работ 6-10.**

1. Подготовка питательных сред и посуды для культивирования микроорганизмов. Техника посева микроорганизмов в жидкие питательные среды; на поверхность твердых сред (скошенная среда, чашки Петри, рассев шпателем).
2. Способы культивирования микроорганизмов. Снятие кривой роста при глубинном периодическом культивировании. Определение значения для роста микроорганизмов элементов питательной среды.
3. Методы определения роста микроорганизмов: турбидиметрический метод;
4. подсчет клеток с помощью счетной камеры; подсчет жизнеспособности клеток путем высева на твердые среды (метод Коха).
5. Чистые культуры микроорганизмов. Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды, промышленной зоны, технологических процессов и продуктов.
6. Какие группы микроорганизмов выделяют в зависимости от показателей оптимальной температуры их роста?
7. Перечислите методы стерилизации с помощью высокой температуры.
8. Укажите объекты, подлежащие пастеризации, температуру, при которой ее проводят, и продолжительность.
9. Какие питательные среды стерилизуют дробным методом?
10. В каком аппарате проводят стерилизацию сухим жаром?
11. В каких случаях применяют метод тиндализации?
12. Укажите температуру, которая создается в автоклаве при давлении 0,5 атм.
13. Перечислите физические методы стерилизации.
14. Назовите несколько химических веществ, наиболее часто применяемых для дезинфекции.
15. Что такое асептика?
16. С именами каких ученых связано введение методов асептики в медицинскую практику?
17. Что такое антисептика?
18. Назовите формы (типы) взаимоотношений между различными группами микроорганизмов.
19. Какая форма взаимоотношений между организмами называется симбиозом?
20. Какие микроорганизмы называют комменсалами?
21. При какой форме взаимоотношений один из видов микроорганизма усиливает активность другого вида?

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Проводится в форме индивидуального задания на предложенную тему преподавателем.** Цель работы – самостоятельно использовать основные методы, освоенные на лабораторных работах, при выполнении определённой научной или прикладной задачи.

При определении темы работы предусматривается, что студент должен провести рассев из какого-либо субстрата, выделить чистую культуру, описать её культуральные и морфологические признаки, осуществить культивирование, чаще в периодическом процессе, определить чувствительность к антибиотикам и др.

1. Сравнительная оценка состава дрожжей в кефире двух разных производителей.

2. Методом накопительных культур исследование состава двух образцов цианобактериальных матов, отобранных в разных техногенных средах;
3. Определение основных групп микроорганизмов в каком либо препарате или продукте и выделение в чистую культуру доминирующей формы и др.
4. Выращивание базидиальных грибов на молочной сыворотке
5. Использование соевой сыворотки для культивирования микроорганизмов.
6. Использование соевой мелассы для культивирования микроорганизмов
7. Выделение свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов
8. Выделение целлюлозоразрушающих микроорганизмов
9. Культивирование микроорганизмов на подсолнечном шроте
10. Выделение пропионовокислых бактерий из сыра
11. Выделение уробактерий из естественных источников обитания
12. Выделение галофильных денитрификаторов из соленых источников
13. Выделение хитинразлагающих микроорганизмов
14. Культивирование микроорганизмов на жиросодержащих отходах мясокомбинатов
15. Культивирование микроводорослей для получения каротиноидов
16. Исследование влияния состава питательной среды на каротиногенер дрожжами *Rhodotorullarubra*
17. Культивирование бифидобактерий на углеводсодержащих субстратах
18. Исследование антагонистического действия *Trichoderma viride*
19. Характеристика археи рода *Haloterrigena*, выделенных из озера Аликес
20. Изучение влияния состава питательной среды на синтез ПАВ бактерией *Ochrabacterum cicero*
21. Влияние минерального состава питательной среды на ростовые характеристики метанооксиляющих микроорганизмов
22. Характеристика бактерий рода *Chromohalobacter*, выделенных из озера Эльтон
23. Выделение и первичная морфологическая, физиологическая и биохимическая характеристика штаммов умеренно термофильных бактерий – продуцентов органических кислот
24. Использование отходов переработки семян амаранта для получения дрожжевой биомассы кормового назначения
25. Разнообразие микробных сообществ сапропеля и пластовых вод нефтяного месторождения Татарстана (РФ) и влияние на них соединений аммиачной селитры и мочевины
26. Исследование ферментации смешанных культур (молочнокислых бактерий и дрожжей) для получения кормовых продуктов
27. Описание экстремального галофильного изолята, выделенного из кристаллов озера Аликес
28. Влияние условий культивирования на накопление пигментов сообществом метанооксиляющих бактерий
29. Секреция литических ферментов грибами *Trichoderma viride* при поверхностном культивировании

30. Поверхностное культивирование *Beauveria bassiana* на углеводных субстратах
31. Гидролизаты пивной дробины как субстрат для культивирования микроорганизмов
32. Интенсивное совместное культивирование экстремально галофильных бактерий и микроводорослей
33. Культивирование метаноксиляющих микроорганизмов в смешанных культурах
34. Изучение микрофлоры кефирных грибов
35. Влияние состава питательной среды на рост и накопление каротиноидов дрожжами *Rhodotorula rubra*
36. Выделение пропионовокислых бактерий изучение их свойств
37. Использование соевой мелассы в качестве питательной среды для культивирования молочнокислых бактерий
38. Использование гидролизатов подсолнечного шрота в качестве питательной среды для культивирования дрожжей
39. Изучение микрофлоры комнатных цветов
40. Изучение влияния биопрепарата на рост и развитие культурных растений
41. Изучение действия биоцидов на микроорганизмы
42. Культивирование молочнокислых микроорганизмов на гидролизатах пшеничной муки
43. Влияние инулина на рост и развитие молочнокислых микроорганизмов
44. Влияние ультразвука на рост и развитие микроорганизмов
45. Выделение и первичная морфологическая, физиологическая и биохимическая характеристика уксуснокислых бактерий
46. Использование кофейного шлама при твердофазном культивировании грибов
47. Изучение автохтонной микрофлоры отходов мясокомбинатов
48. Исследование влияния углеводного экстракта плодов рожкового дерева на рост бифидобактерий
49. Исследование антибактериальных свойств некоторых растительных веществ
50. Микробиологический мониторинг общественного транспорта

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1.Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Шлегель Г. Общая микробиология. - М.: Мир, 2012 - 568 с.
2. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. В 2 частях. – М.: Юрайт, 2017. – 333с.
3. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Горнова И.Б. Лабораторный практикум по общей микробиологии. – М.: Изд-во ДеЛи принт, 2004. – 144 с.

### **Б Дополнительная литература**

1. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств – М.,Изд.ДеЛи принт,2010.
2. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. – М.: Мир, 2006.
3. [Всеволод Емцев](#), [Евгений Мишустин](#) Общая микробиология. М.: Юрайт, 2017. – 253с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### **Интернет-ресурсы**

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 21) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75);

22) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>

23) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы биотехнологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Для изучения дисциплины необходимо наличие учебной лаборатории, оборудованной: весами техническими и аналитическими; магнитными мешалками различных типов; рН-метрами; сушильными шкафами; микроскопами, воздушными термостатами, термостатируемыми шейкерами, а

также библиотеки, имеющей рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии                                 |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. |
| 2     | Microsoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. |

|   |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| 3 | <p>O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word 365<br/>Excel 365<br/>PowerPoint 365<br/>Microsoft Teams</p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p>  | <p>12 месяцев (ежегодно е продление е подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> |
| 4 | <p>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.</p>  | <p>Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021</p> | <p>12 месяцев (ежегодно е продление е подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> |
| 5 | <p>ABBYY FineReader 10 Professional Edition</p>  | <p>Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10</p>  | <p>1 лицензия для активации на рабочих станциях</p>  | <p>бессрочная</p>   |
| 6 | <p>CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License</p>   | <p>Контракт № 143-164ЭА/2</p>                 | <p>1 лицензия для активации</p>  | <p>бессрочная</p>   |

|    |  |   |   |            |
|----|--|---|---|------------|
|    |  | 010 от<br>14.12.10                                  | и на<br>рабочих<br>станциях                                     |            |
| 7  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>BioOffice ultra                            | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 8  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw pro                               | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 9  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw ultra                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 |   | бессрочная |
| 10 | MATLAB<br>Academic new<br>Product Group<br>Licenses (per<br>License)                                 | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1 лицензи<br>я для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях   | бессрочная |
| 11 | MATLAB<br>Classroom Suite<br>new Product<br>From 25 to 49<br>Concurrent<br>Licenses (per<br>License) | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов | Основные показатели оценки | Формы и методы контроля и оценки |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>Раздел 1.<br/>Биология протистов</p>                     | <p>Знает: особенности строения клеток про- и эукариотических организмов;<br/>Умеет: Готовить препараты для микроскопирования и микроскопировать</p>   | <p>Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)</p> |
| <p>Раздел 2.<br/>Рост и культивирование микроорганизмов</p> | <p>Знает: закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов<br/>Умеет: подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля;<br/>разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста;</p> | <p>Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)</p> |
| <p>Раздел 3.<br/>Метаболизм микроорганизмов</p>             | <p>Знает: особенности метаболизма, типы биологического окисления микроорганизмов<br/>Умеет: выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологическими свойствами.</p>   | <p>Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>Раздел 4.<br/>Экология<br/>микроорганизмов</p> | <p>Знает: роль<br/>микроорганизмов в<br/>природе, основы<br/>селекции<br/>микроорганизмов<br/>Умеет: определить<br/>микробные<br/>компоненты<br/>биоценоза;<br/>осуществить<br/>микробиологический<br/>контроль.</p> | <p>Оценка за<br/>лабораторный<br/>практикум (5-ый<br/>семестр)</p> |
|---|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Практикум по микробиологии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Практикум по общей биотехнологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена:  
д.х.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Красноштановой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 9. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Практикум по общей биотехнологии» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии и микробиологии.

Дисциплина «Практикум по общей биотехнологии» имеет своей **целью** дать студенту практические навыки использования биотехнологических объектов (клеток микроорганизмов, растений, животных и т.п.) или молекул (нуклеиновых кислот, белков-ферментов, углеводов, липидов в индивидуальном виде или в виде их смеси, комплексов и пр.) в промышленном производстве, здравоохранении, экологической защите. Достаточно подробное изложение методов биотехнологии предназначено для создания общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения. Полученные на ее основе знания обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента по любой из выбранных им дисциплин специализации.

К **задачам** изучения дисциплины следует отнести приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий.

Дисциплина «Практикум по общей биотехнологии» преподается в 6-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

### 7. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

обладать:

- готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);
- владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);
- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- экономические критерии оптимизации производства;

- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
- основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
- модели роста и образования продуктов;
- методы культивирования;
- основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа;
- важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;
- роли современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.

*уметь:*

- осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории;
- выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

*владеть:*

- методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

**8. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины |           |              |
|--|------------------|-----------|--------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр.ч       |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>2,0</b>       | <b>72</b> | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>0,89</b>      | <b>32</b> | <b>24</b>    |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <i>0,22</i>      | <i>8</i>  | <i>10,67</i> |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,89             | 32        | 24           |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <i>0,22</i>      | <i>8</i>  | <i>10,67</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>1,11</b>      | <b>40</b> | <b>30</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                  |                  | 0,2       | 0,15         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 1,11             | 39,8      | 29,85        |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                  |           |              |

|                                |              |   |   |
|--------------------------------|--------------|---|---|
| <b>Зачет</b>                   | +            | + | + |
| <b>Вид итогового контроля:</b> | <b>Зачет</b> |   |   |

**59. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**59.1. Разделы и виды занятий**

| №<br>п/п | Раздел дисциплины  | Акад. часов |                                      |          |                                      |                         |                                   |                        |                                      |                           |
|----------|--|-------------|--------------------------------------|----------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
|          |  | Всего       | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лекции   | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практические<br>занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лабораторные<br>работы | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самостоятельная<br>работа |
|          | Введение   | 2           | 0                                    | 0        | 0                                    | 0                       | 0                                 | 1                      | 0                                    | 1                         |
| 1.       | Раздел 1. Методы биотехнологии                           | 22          | 0                                    | 0        | 0                                    | 0                       | 0                                 | 10                     | 3                                    | 12                        |
| 2.       | Раздел 2. Промышленная биотехнология.                    | 27          | 0                                    | 0        | 0                                    | 0                       | 0                                 | 12                     | 3                                    | 15                        |
| 3.       | Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии | 21          | 0                                    | 0        | 0                                    | 0                       | 0                                 | 9                      | 2                                    | 12                        |
|          | <b>ИТОГО</b>   | <b>72</b>   | <b>0</b>                             | <b>0</b> | <b>0</b>                             | <b>0</b>                | <b>0</b>                          | <b>32</b>              | <b>8</b>                             | <b>40</b>                 |

## 59.2. Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Методы биотехнологии.** Использование комплекса ЭВМ – ферментер для изучения процессов биосинтеза. Культивирование дрожжей на питательных средах, содержащих углеводные экстракты. Использование жировых отходов мясопереработки в качестве сырья для получения белковой кормовой добавки.

**Раздел 2. Промышленная биотехнология.** Регуляция синтеза экзогенных ферментов. Получение 6-аминопенициллановой кислоты гидролизом бензилпенициллинацилазы, иммобилизованной в полиакриламидный гель. Выделение полифруктозанов из растительного сырья. Экстракционное извлечение липидов из биомассы. Комплексная переработка микробного сырья с получением продуктов белковой и нуклеотидной природы. Получение концентрата белка из соевых бобов. Получение концентрата белка из соевых бобов.

**Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии.** Основы иммунохимических методов исследования на примере реакций агглютинации и преципитации. Реакция связывания комплемента. Основы микробиологического контроля биотехнологических производств. Анализ состава микробной кормовой биомассы.

### 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел |   |   |
|---|--|--------|---|---|
|   |  | 1      | 2 | 3 |
|   | <b>Знать:</b>  |        |   |   |
| 1 | основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;                           | +      |   | + |
| 2 | принципиальную схему биотехнологического производства;   |        | + | + |
| 3 | экономические критерии оптимизации производства;   |        | + |   |
| 4 | особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;  |        | + |   |
| 5 | основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;  | +      |   |   |
| 6 | биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; | +      |   |   |
| 7 | закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;   | +      |   | + |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| 8   | модели роста клеток и образования продуктов;   | + |   |   |
| 9   | методы культивирования;  | + |   |   |
| 10  | основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа;   | + |   | + |
| 11  | важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;                              |   |   | + |
| 12  | роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.                       |   |   | + |
|   | <b>Уметь:</b>  |   |   |   |
| 13  | осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории;   | + | + |   |
| 14  | выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; | + | + | + |
| 15  | осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;                               | + |   |   |
| 16  | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;  | + |   | + |
| 17  | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;                                | + | + |   |
|   | определять параметры сырья и продукции при их сертификации;  | + |   |   |
| 18  | выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.                |   | + | + |
|   | <b>Владеть</b>   |   |   |   |
| 19  | методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;  |   | + |   |
| 20  | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;                                    | + | + |   |
| 21  | методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;                    | + |   | + |
| 22  | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.  | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции: обладать:</b> |  |   |   |   |
| 23  | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);                                     | + | + | + |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 24 | владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); | + | + | + |
| 25 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | + | + |   |

## 60. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 60.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

### 6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Общая биотехнология», а также дает знания о современных способах осуществления биотехнологических процессов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов (максимально по 12,5 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы лабораторных работ   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | Использование комплекса ЭВМ – ферментер для изучения процессов биосинтеза.  | 4    |
| 2     | 1                    | Культивирование дрожжей на питательных средах, содержащих углеводные экстракты.                                       | 4    |
| 3     | 3                    | Использование жировых отходов мясопереработки в качестве сырья для получения белковой кормовой добавки.               | 4    |
| 4     | 2                    | Получение б-аминопенициллановой кислоты гидролизом бензилпенициллинацилазы, иммобилизованной в полиакриламидный гель. | 4    |
| 5     | 2                    | Экстракционное извлечение липидов из биомассы.  | 4    |
| 6     | 2                    | Комплексная переработка микробного сырья с получением продуктов белковой и нуклеотидной природы.                      | 4    |
| 7     | 2                    | Основы микробиологического контроля биотехнологических производств  | 4    |
| 8     | 3                    | Анализ состава микробной кормовой биомассы.   | 4    |

## 61. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа предполагает проработку теоретического материала по темам лабораторных работ, а также обработку и анализ полученных экспериментальных данных, подготовку к защите лабораторных работ.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 62. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение лабораторного практикума (максимальная оценка 100 баллов).

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу), которые проводятся в форме устного опроса по тематике лабораторных работ. Максимальная оценка за контрольные работы 100 баллов и составляет по 30 баллов за 1 и 2, за 3-ю – 40 баллов.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. *Защита лабораторных работ***

Использование комплекса ЭВМ – ферментер для изучения процессов биосинтеза.

Культивирование дрожжей на питательных средах, содержащих углеводные экстракты.

Использование жировых отходов мясопереработки в качестве сырья для получения белковой кормовой добавки.

Регуляция синтеза экзогенных ферментов.

**Максимальная оценка – 30 баллов.**

1. Принципы использования комплекса ЭВМ – ферментер для изучения процессов биосинтеза.
2. Методология культивирования дрожжей на питательных средах, содержащих углеводные экстракты.
3. Перспективы использования жировых отходов мясопереработки в качестве сырья для получения белковой кормовой добавки.
4. Принципы регуляции синтеза экзогенных ферментов.
5. Типовая схема биотехнологического производства. Подготовительные стадии.
6. Типовая схема биотехнологического производства. Стадия культивирования или основной ферментации.
7. Методы отделения микробной биомассы от культуральной жидкости.

8. Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости методом экстракции.
9. Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости методом ионного обмена.

## **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. *Защита лабораторных работ***

Получение 6-аминопенициллановой кислоты гидролизом бензилпенициллинацилазы, иммобилизованной в полиакриламидный гель.

Выделение полифруктозанов из растительного сырья.

Экстракционное извлечение липидов из биомассы.

Комплексная переработка микробного сырья с получением продуктов белковой и нуклеотидной природы.

**Максимальная оценка – 30 баллов.**

1. Принципиальная схема получения 6-аминопенициллановой кислоты гидролизом бензилпенициллинацилазы, иммобилизованной в полиакриламидный гель.
2. Принципиальная схема выделения полифруктозанов из растительного сырья.
3. Технология экстракционного извлечения липидов из биомассы.
4. Принципиальная схема комплексной переработки микробного сырья с получением продуктов нуклеотидной природы.
5. Принципиальная схема комплексной переработки с получением продуктов белковой природы.
6. Принципиальная схема получения концентрата белка из соевых бобов.
7. Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости баромембранными методами.
8. Выделение биологически активных веществ из культуральной жидкости методом ионного обмена.

## **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. *Защита лабораторных работ***

Получение концентрата белка из соевых бобов.

Основы иммунохимических методов исследования на примере реакций агглютинации и преципитации.

Реакция связывания комплемента.

Основы микробиологического контроля биотехнологических производств

Анализ состава микробной кормовой биомассы.

**Максимальная оценка – 40 баллов.**

1. Принципиальная схема получения концентрата белка из соевых бобов.
2. Основы иммунохимических методов исследования на примере реакции агглютинации.
3. Основы иммунохимических методов исследования на примере реакции преципитации.
4. Сущность реакции связывания комплемента.
5. Основы микробиологического контроля биотехнологических производств.
6. Анализ состава микробной кормовой биомассы.

### **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6-ой семестр – зачет).**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Полный перечень вопросов для контроля освоения дисциплины приведен в оценочных средствах, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1.Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. **Баурина М. М., Красноштанова А. А., Шакир И. В.** Технология получения биологически активных веществ. — РХТУ Москва, 2009. — С. 120.
2. Микробиологический контроль биотехнологических производств / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов, И. В. Шакир. — ДеЛи плюс Москва, 2016. — С. 142.
3. **Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Панфилов В. И.** Биологическая безопасность биотехнологических производств. — ДеЛи Москва, 2010. — С. 132.
4. **Петрусов А. И.** Введение в биотехнологию, учебник для вузов, изд-во Академия. — Академия Москва, 2014. — С. 288.
5. Красноштанова А.А. Основы биотехнологии. Учебное пособие. – М.: РХТУ имени Д.И. Менделеева, 2018. – С. 126.

#### **Б Дополнительная литература**

1. Шакир И.В., Красноштанова А.А., Бабусенко Е.С., Парфенова Е.В., Суясов Н.А., Смирнова В.Д. Общая биотехнология. Лабораторный практикум. – учебное пособие РХТУ. – 2007 г. – 120 с.
2. Биотехнология биологически активных веществ. /Под ред. Грачевой И.М. – «Элевар». - 2006. – 456 с.
3. **Крылов И. А., Кухаренко А. А., Панфилов В. И.** Основы проектирования биотехнологических производств. — РХТУ им. Д.И. Менделеева Москва, 2003. — С. 168.
4. Грачева И.М. Биотехнология ферментных препаратов. – М.: Пищевая промышленность, 1992.
5. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках - изд-во МГУ, изд-во "Наука" Москва, 2004.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099

- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ PhyliP (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) iTOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 24) компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
- 25) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- 26) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 27) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Общая биотехнологии» проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Для изучения дисциплины необходимо наличие учебной лаборатории, оборудованной: весами техническими и аналитическими; роторными испарителями; магнитными мешалками различных типов; рН-метрами; сушильными шкафами; ультразвуковыми банями; вакуумными насосами; дистилляторами; оборудованием для хроматографии; оборудованием для электрофореза; ИК-ВИД спектрофотометры, а также библиотеки, имеющей рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| No<br>п/п | Наименование<br>программног<br>о<br>продукта   | Реквизит<br>ы<br>договора<br>поставки | Количес<br>т<br>во<br>лицензий  | Срок<br>окончания<br>действия<br>лицензии  |
|-----------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1         | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно е продлени е подписки с правом перехода на обновлён ную версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2         | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочна я   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3         | O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно е продлени е подписки с правом перехода на обновлён ную версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно е продлени е подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                               | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8 | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro              | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
|    |  |  | рабочих станциях                               |            |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов          | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки                |
|--------------------------------|---|---|
| Раздел 1. Методы биотехнологии | <i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста клеток и образования продуктов; методы культивирования; основы энзимологии, | Оценка за лабораторный практикум (6-ой семестр) |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации.</p> <p><i>Владеет:</i> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> |  |
| <p>Раздел 2. Промышленная биотехнология.</p> | <p><i>Знает:</i> принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; выбрать рациональную схему биотехнологического</p>   | <p>Оценка за лабораторный практикум (6-ой семестр)</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><i>Владеет:</i> методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p>   |  |
| <p>Раздел 3.<br/>Основные направления современной биотехнологии</p> | <p><i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа; важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии; роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.</p> <p><i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><i>Владеет:</i> методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и</p> | <p>Оценка за лабораторный практикум (6-ой семестр)</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Практикум по общей биотехнологии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Практикум по химии биологически активных веществ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена  
к.б.н., доцентом кафедры биотехнологии А.В. Белодедом

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

#### 4. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Практикум по химии биологически активных веществ» относится к вариативной части обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биологии и органической химии.

Дисциплина «Практикум по химии биологически активных веществ» предваряет изучение и является впоследствии теоретической базой для овладения студентами таких дисциплин, как «Биохимия», «Молекулярная биология», «Теоретические основы биотехнологии», «Микробиология» и ряда специальных дисциплин. Полученные в ходе изучения дисциплины «Химия биологически активных веществ» знания, навыки и умения обеспечивают в дальнейшем возможность более глубокой подготовки студента по любой вариативной дисциплине для бакалавриата направления 19.03.01 «Биотехнология», а также для успешного поступления в магистратуру направления 19.04.01 «Биотехнология».

**Цель дисциплины** "Практикум по химии биологически активных веществ" – дать студенту представление обо всем многообразии химических соединений, встречающихся в живой природе, химическом составе разнообразных организмов и функции конкретных соединений в клетке и организме в целом, а также о химической и пространственной структурах основных биологически активных веществ, их химических, физических, физико-химических свойствах, методах выделения из природных объектов и химического синтеза для последующего применения в медицине, пищевом производстве, сельском хозяйстве, ветеринарии, экологической защите окружающей среды.

**Задачи дисциплины** «Практикум по химии биологически активных веществ»:

- приобретение студентами знаний о строении, свойствах, функциях аминокислот, пептидов, белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и “гибридных молекул”;
- приобретение студентами знаний о структурной организации белковых молекул и молекул нуклеиновых кислот – важнейших биополимеров клеток;
- приобретение студентами специализированных знаний о современных методах выделения, очистки и исследования белков и нуклеиновых кислот;
- приобретение студентами знаний о классификации, свойствах и роли ферментов в живых организмах;
- приобретение студентом знаний, умений и навыков, необходимых для выделения, получения и практического использования разнообразных биологически активных веществ;
- приобретение студентом практических умений и навыков, необходимых для дальнейшего успешного освоения таких дисциплин, как биохимия, молекулярная биология, теоретические основы биотехнологии, микробиология, ряда других специальных дисциплин.

Дисциплина «Практикум по химии биологически активных веществ» преподается в 4-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- способности и готовности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способности использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);
- владения основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способности проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);
- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

### ***Знать:***

химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных, биологическую роль аминокислот и их производных, методы выделения и получения в чистом виде; структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов; структуру и пространственную организацию белков, методы их выделения и очистки; основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах; строение и классификацию ферментов, их основные свойства, роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе; химическую структуру и пространственное строение нуклеотидов, нуклеотидфосфатов и различных типов нуклеиновых кислот, их основные свойства и биологические функции, методы выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот различных типов; классификацию, химическую структуру и строение углеводов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций; классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических

функций, основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции;

**Уметь:**

осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ; проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов; выделять биологически активные вещества из культуральной жидкости и растительных, животных, грибных и бактериальных клеток методами экстракции, осаждения, ионного обмена, хроматографии и ультраконцентрирования; осуществлять качественный и количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

**Владеть:**

методами выделения и очистки различных биологически активных веществ; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ; методами качественного и количественного анализа различных биологически активных веществ в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки экспериментов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |           |           |
|--|------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр.ч    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2,0</b>       | <b>72</b> | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>      | <b>32</b> | <b>24</b> |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,89             | 32        | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,11</b>      | <b>40</b> | <b>30</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |                  | 0,2       | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,11             | 39,8      | 29,85     |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                  |           |           |
| <b>Зачет</b>                                   | +                | +         | +         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет</b>     |           |           |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы и виды занятий для студентов очного отделения

| № п/п | Раздел дисциплин                                      | Акад. часов |                          |          |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|-------|---|-------------|--------------------------|----------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|       |   | Всего       | в т.ч. в форме пр. подг. | Лекции   | в т.ч. в форме пр. подг. | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг. | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг. | Самостоятельная работа |
| 1     | <b>Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.</b> | <b>42</b>   | <b>0</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>24</b>           | <b>0</b>                 | <b>18</b>              |
| 2     | Аминокислоты.   | 17          | 0                        | 0        | 0                        | 0                    | 0                        | 8                   | 0                        | 9                      |
| 3     | Белки.  | 25          | 0                        | 0        | 0                        | 0                    | 0                        | 16                  | 0                        | 9                      |
| 4     | <b>Ферменты. Нуклеиновые кислоты.</b>                 | <b>16</b>   | <b>0</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>4</b>            | <b>0</b>                 | <b>12</b>              |
| 5     | Нуклеиновые кислоты, нуклеотиды.                      | 16          | 0                        | 0        | 0                        | 0                    | 0                        | 4                   | 0                        | 12                     |
| 6     | <b>Углеводы, липиды и их производные.</b>             | <b>14</b>   | <b>0</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>4</b>            | <b>0</b>                 | <b>10</b>              |
| 7     | Углеводы и их производные.                            | 14          | 0                        | 0        | 0                        | 0                    | 0                        | 4                   | 0                        | 10                     |
| 8     | <b>ИТОГО</b>  | <b>72</b>   | <b>0</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>32</b>           | <b>0</b>                 | <b>40</b>              |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### *Раздел 1. Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.*

**1.1. Аминокислоты.** Химическое строение, оптическая изомерия, химические и физико-химические свойства, биологическая роль в организме, методы получения и выделения из природных объектов, производные аминокислот, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение.

**1.2. Белки.** Химическое строение и пространственная организация, первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков, химические и физико-химические свойства белков и их растворов, многообразие биологических функций, методы выделения из природных объектов, очистки и качественного и количественного анализа, методы исследования строения и структуры, методы определения концевых аминокислот и методы секвенирования.

### *Раздел 2. Ферменты. Нуклеиновые кислоты.*

**2.1. Нуклеотиды, их производные и нуклеиновые кислоты.** История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Пиримидиновые и пуриновые основания, нуклеотиды и нуклеозиды, фосфорилированные нуклеотиды, их химические и физико-химические свойства, получение. Биологические функции нуклеотидов и их производных в организме. ДНК и РНК, их химическая и пространственная структуры, химические и физико-химические свойства, получение. Виды ДНК и РНК в клетках прокариот и эукариот, их биологические функции. Понятие об основных процессах, происходящих с участием нуклеиновых кислот и нуклеотидов в живых организмах.

### *Раздел 3. Углеводы, липиды и их производные.*

**Углеводы и их производные.** Классификация, химическое и пространственное строение основных углеводов. Моно-, ди- и трисахара, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение. Гликозиды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Олигосахариды и полисахариды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Гликопептиды, пептидогликаны, гликопротеины, химические и физико-химические свойства, биологическая роль в организме, методы

выделения из природных объектов. Понятие об основных процессах, происходящих с участием углеводов в живых организмах.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|---|---|----------|----------|----------|
|   | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>общепрофессиональные и профессиональные компетенции:</b>  |          |          |          |
| 1 | способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)        | +        | +        | +        |
| 2 | способности использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3)  | +        | +        | +        |
| 3 | владения основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способности проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9) | +        | +        | +        |
| 4 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10)   | +        | +        | +        |
|   | <b>Знать:</b>   |          |          |          |
| 5 | химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных, биологическую роль аминокислот и их производных, методы выделения и получения в чистом виде                        | +        |          |          |
| 6 | структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов  | +        |          |          |
| 7 | структуру и пространственную организацию белков, методы их выделения и очистки; основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах   | +        |          |          |
| 8 | строение и классификацию ферментов, их основные свойства, роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе  | +        |          |          |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 9  | химическую структуру и пространственное строение нуклеотидов, нуклеотидфосфатов и различных типов нуклеиновых кислот, их основные свойства и биологические функции, методы выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот различных типов   |   | + |   |
| 10 | классификацию, химическую структуру и строение углеводов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций  |   |   | + |
| 11 | классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций, основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции |   |   | + |
|    | <b>Уметь:</b>  |   |   |   |
| 12 | осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ  | + | + | + |
| 13 | проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов  | + |   |   |
| 14 | выделять биологически активные вещества из культуральной жидкости и растительных, животных, грибных и бактериальных клеток методами экстракции, осаждения, ионного обмена, хроматографии и ультраконцентрирования  | + | + | + |
| 15 | осуществлять качественный и количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа   | + | + | + |
| 16 | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ   | + | + | + |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
|    | <b><i>Владеть:</i></b>   |   |   |   |
| 17 | методами выделения и очистки различных биологически активных веществ   | + | + | + |
| 18 | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ                                 | + | + | + |
| 19 | методами качественного и количественного анализа различных биологически активных веществ в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства | + | + | + |
| 20 | методами планирования, проведения и обработки экспериментов  | + | + | + |

## 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 8.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

### 6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Химия биологически активных веществ», а также дает знания о свойствах белков, ферментов, липидов, углеводов и нуклеиновых кислот.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов (максимально по 4 балла за выполнение каждой работы и 6 баллов за их защиту). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

### Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы лабораторных работ  | Акад. час |
|-------|----------------------|--|-----------|
| 1     | 2                    | Выделение и первичная очистка белков: высаливание, диализ. Химические и физико-химические свойства белков и их водных растворов. | 4         |
| 2     | 2                    | Гель-фильтрация белковых растворов.  | 4         |
| 3     | 2                    | Определение молекулярной массы белков методом гель-хроматографии.  | 4         |
| 4     | 2                    | Количественные методы определения белков.  | 3         |
| 5     | 2                    | Электрофорез белков в полиакриламидном геле.   | 3         |
| 6     | 1                    | Количественные методы определения аминокислот.   | 3         |
| 7     | 1                    | Качественные и количественные методы раздельного определения аминокислот и коротких пептидов в белковых гидролизатах             | 2         |
| 8     | 1                    | Тонкослойная хроматография, ионообменная хроматография аминокислот.  | 2         |
| 9     | 3                    | Качественные и количественные методы анализа нуклеиновых кислот.   | 3         |
| 10    | 8                    | Качественные и количественные методы анализа углеводов.  | 4         |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Практикум по химии биологически активных веществ» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 40 ч в 4-м семестре.

Предусмотренная программой дисциплины «Практикум по химии биологически активных веществ» самостоятельная работа студентов предполагает:

- подготовку к выполнению лабораторных работ, оформление лабораторных работ и подготовку к их защите (24 часов),
- работу с электронно-библиотечными системами (16 часов).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за лабораторного практикума (максимальная оценка 100 баллов).

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу), которые проводятся в форме устного опроса при защите лабораторных работ. Максимальная оценка за контрольные работы 100 баллов и составляет по 30 баллов за работы 1 и 2 и 40 баллов за 3-ю.

#### **Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа проводится в форме устного опроса при защите лабораторных работ 1-3.**

1. Методы получения и выделения аминокислот из природных объектов.
2. Биохимические реакции с участием аминокислот. Биологические функции аминокислот.
3. Производные аминокислот. Их биосинтез и биологические функции.
4. Химическое строение и пространственная организация пептидов. Характеристики пептидной связи.

5. Биологическая роль пептидов в организме. Примеры. Строение, свойства и биохимическая функция инсулина.

6. Химическое строение и пространственная организация белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков.

7. Многообразие биологических функций белков. Связь пространственного строения и функции белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Строение, свойства и биологическая функция гемоглобина.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**  
**Контрольная работа проводится в форме устного опроса при защите лабораторных работ 4-6.**

1. Методы выделения белков из природных объектов. Очистка белков.

2. Качественный и количественный анализ белков. Методы исследования строения и структуры белковых молекул.

3. Методы определения концевых аминокислот и методы секвенирования белков.

4. Классификация ферментов по типу катализируемых ими реакций.

5. Основные свойства ферментов как белков и биокатализаторов

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.**  
**Контрольная работа проводится в форме устного опроса при защите лабораторных работ 7-10.**

1. Классификация и строение основных углеводов.

2. Моно-, ди- и трисахара, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства. Виды изомерии моносахаридов. Понятие гликозидной связи. Примеры дисахаридов с указанием связей в молекуле.

3. Олигосахариды и полисахариды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства. Расщепление и биосинтез полисахаридов.

4. Гликопептиды, гликопротеины, пептидогликаны, их строение, свойства, биологическая роль в организме.

5. Макроэргические соединения.

6. Нуклеиновые кислоты, ДНК и РНК, их химическая и пространственная структуры, химические и физико-химические свойства, биохимические свойства.

**8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 1 – Курс лекций. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 156 с.
2. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 2 – Информационные материалы к лекциям. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 104 с.
3. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.
4. Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений. Практикум: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017. – 88 с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Луценко Н.Г. Начала биохимии. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 254 с.
2. Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник/под ред. С.Е. Северина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 624 с.
3. Ленинджер А. Основы биохимии. Т. 1-3. – М, Мир. – 1985.
4. Степанов В.М. Структура и функции белков. – М.: Высшая школа. 1996. – 335 с.
5. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез и ультрацентрифугирование. – М.: Наука, 1981. – 288 с.
6. Остерман Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых. кислот. – М.: Наука, 1985. – 536с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.

- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для изучения данной дисциплины необходима учебная аудитория, оснащенная «автоматизированным рабочим местом преподавателя» и средствами для презентации лекций.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9;
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (перечень заданий контрольных работ (общее число вариантов заданий – 150);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вариантов заданий – 50).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химия биологически активных веществ» проводятся в форме лекций, практических (семинаров) и лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран, интерактивная доска) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в сеть «Интернет».

Учебная биохимическая лаборатория, оснащенная оборудованием, приборами и принадлежностями в соответствии с темами работ лабораторного практикума по дисциплине «Практикум по химии биологически активных веществ».

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные принтером и программными средствами, проекторы и экраны, копировальные аппараты, локальная сеть с выходом в «Интернет».

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса (отдельные страницы презентаций лекций, материал для практических занятий), варианты контрольных работ, экзаменационные билеты).

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде и печатном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии                                 |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно)<br>е<br>продление<br>е<br>подписки<br>с правом | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. |

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>InfoPath</b></p>  |  | перехода на обновлённую версию продукта)   |  |
| 2 | Microsoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013                | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3 | <p>O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG Subsvl OLV E 1Mth Acadmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word 365<br/>Excel 365<br/>PowerPoint 365<br/>Microsoft Teams</p> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | 12 месяцев (ежегодно продлевается подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно продлевается подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|    |   |   |   |            |
|----|---|---|---|------------|
| 5  | ABBYY<br>FineReader 10<br>Professional<br>Edition                         | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 6  | CorelDRAW<br>Graphics Suite<br>X5 Education<br>License                    | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 7  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>BioOffice ultra | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 8  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw pro    | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 9  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw ultra  | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 |   | бессрочная |
| 10 | MATLAB<br>Academic new<br>Product Group<br>Licenses (per<br>License)      | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1 лицензи<br>я для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях   | бессрочная |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |
|----|--|--|--|------------|

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки                |
|--|---|---|
| Раздел 1.<br><b>Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных;</li> <li>- биологическую роль аминокислот и их производных;</li> <li>- структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов;</li> <li>- структуру и пространственную организацию белков;</li> <li>- основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения белков и пептидов;</li> <li>- проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов;</li> <li>- выделять белки и пептиды методами осаждения, ионного обмена, хроматографии, электрофореза и ультраконцентрирования;</li> <li>- осуществлять качественный и количественный контроль содержания аминокислот и белков, используя</li> </ul> | Оценка за лабораторный практикум (4-ый семестр) |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения и очистки различных аминокислот, пептидов, белков;</li> <li>- методами проведения исследований по определению свойств аминокислот, пептидов и белков;</li> <li>- методами качественного и количественного анализа аминокислот и белков в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства;</li> <li>- методами планирования, проведения и обработки экспериментов.</li> </ul>   |  |
| <p>Раздел 2.<br/><b>Ферменты.<br/>Нуклеиновые кислоты.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- строение и классификацию ферментов;</li> <li>- основные свойства ферментов;</li> <li>- роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе;</li> <li>- химическую структуру и пространственное строение азотистых оснований, нуклеотидов и различных типов нуклеиновых кислот;</li> <li>- основные свойства и биологические функции нуклеотидов, их производных, нуклеиновых кислот.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов;</li> <li>- выделять нуклеиновые кислоты методами осаждения, электрофореза и ультраконцентрирования;</li> </ul> <p>проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i></p> | <p>Оценка за лабораторный практикум (4-ый семестр)</p> |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот;</li> <li>- методами проведения исследований по определению свойств нуклеиновых кислот;</li> <li>- методами планирования, проведения и обработки экспериментов.</li> </ul>  |  |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/><b>Углеводы, липиды и их производные.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию, химическую структуру и строение углеводов;</li> <li>- химические, физические и физико-химические свойства углеводов;</li> <li>- разнообразие биологических функций углеводов;</li> <li>- классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов,</li> <li>- химические, физические и физико-химические свойства липидов,</li> <li>- разнообразие выполняемых биологических функций липидов;</li> <li>- основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ;</li> <li>- осуществлять качественный и количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения и очистки различных биологически активных веществ;</li> <li>- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей</li> </ul> | <p>Оценка за лабораторный практикум (4-ый семестр)</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | физико-химических свойств различных биологически активных веществ;<br>- методами планирования, проведения и обработки экспериментов. |  |
|--|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Практикум по химии биологически активных веществ»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Практикум по биохимии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена:  
к.б.н., доцентом кафедры биотехнологии А.В. Белодедом

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Практикум по биохимии» относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области по общей, неорганической и органической химии, аналитической и физической химии, общей биологии, химии биологически активных веществ.

**Цель дисциплины** - приобретение студентом практических умений и навыков, необходимых будущему бакалавру для успешного освоения таких дисциплин, как инженерная энзимология, биофизическая химия, молекулярная биотехнология, молекулярная генетика, теоретические основы биотехнологии, микробиология, ряда специальных дисциплин, а также знаний, умений и навыков, необходимых для проведения ферментативных реакций, определения активности ферментов, биосинтеза соединений, ферментативного гидролиза ряда биополимеров, а также выделения и анализа практически ценных природных веществ.

**Задачи дисциплины «Практикум по биохимии»:**

- изучение понятийного аппарата и методологической базы дисциплины;
- приобретение практических навыков работы с ферментами, определения их активности, свойств;
- приобретение студентами специализированных знаний о биохимических процессах, реакциях и метаболических путях, с помощью которых клетки живых организмов получают и преобразуют энергию;
- приобретение студентами знаний о катаболизме и синтезе различных биологических соединений: углеводов, липидов, аминокислот, нуклеотидов;
- приобретение студентом практических умений и навыков, необходимых для дальнейшего успешного освоения таких дисциплин, как прикладная молекулярная биология, теоретические основы биотехнологии, микробиология, ряда других специальных дисциплин.

Дисциплина «Практикум по биохимии» преподается в 5-м семестре.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

**Общепрофессиональных, в т. ч.:**

- способности использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);

владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6).

***Профессиональных, в т. ч.:***

- способности обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);

- владения основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способности проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);

- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

***Знать:***

48. биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;

49. основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот;

50. понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов;

51. обмен веществ и энергии в клетке;

52. основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах;

53. строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;

54. молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации;

55. молекулярный инструментарий генной инженерии;

56. генетические основы эволюции.

***Уметь:***

– определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;

- анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке;
- осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения;
- анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.

**Владеть:**

- методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов;
- методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ;
- методами планирования, проведения и обработки экспериментов;
- правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины |             |              |
|--|------------------|-------------|--------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.    | Астр.ч       |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>2,0</b>       | <b>72</b>   | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>0,89</b>      | <b>32</b>   | <b>24</b>    |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <i>0,22</i>      | <b>8</b>    | <i>10,67</i> |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,89             | 32          | 24           |
| в том числе в форме практической подготовки        | <i>0,22</i>      | <i>8</i>    | <i>10,67</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>1,11</b>      | <b>40</b>   | <b>30</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                  | <i>1,11</i>      | <i>0,2</i>  | <i>0,15</i>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                  | <i>39,8</i> | <i>29,85</i> |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                  |             |              |
| <b>Зачет</b>                                       | +                | +           | +            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет</b>     |             |              |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы и виды занятий

| № п/п           | Раздел дисциплины  | Часов     |                          |          |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|-----------------|--|-----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|                 |  | Всего     | в т.ч. в форме пр. подг. | Лекции   | в т.ч. в форме пр. подг. | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг. | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг. | Самостоятельная работа |
| <b>Раздел 1</b> | <b>Энзимология</b>   | <b>39</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>24</b>           | <b>4</b>                 | <b>15</b>              |
| 1.1             | Основы ферментативного катализа, кинетика ферментативных реакций, свойства ферментов, прикладная энзимология.              | 39        | 0                        | 0        | 0                        | 0                    | 0                        | 24                  | 4                        | 15                     |
| <b>Раздел 2</b> | <b>Метаболизм</b>  | <b>19</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>4</b>            | <b>2</b>                 | <b>15</b>              |
| 2.1             | Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.   | 19        | 0                        | 0        | 0                        | 0                    | 0                        | 4                   | 2                        | 15                     |
| <b>Раздел 3</b> | <b>Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации</b> | <b>14</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>4</b>            | <b>2</b>                 | <b>10</b>              |
| 3.1             | Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов.                                       | 14        | 0                        | 0        | 0                        | 0                    | 0                        | 4                   | 2                        | 10                     |
|                 | <b>ИТОГО</b>   | <b>72</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>32</b>           | <b>8</b>                 | <b>40</b>              |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Энзимология.

**1.1. Основы ферментативного катализа.** Природа ферментов и их свойства как белков, и как биокатализаторов. Кинетика ферментативных реакций, регуляция ферментативной активности, ингибирование, активация. Субстратная специфичность ферментов, ее виды. Активный центр, центр связывания субстрата, регуляторный центр молекулы фермента. Влияние физико-химических условий на скорость ферментативных реакций, прикладная энзимология.

### Раздел 2. Метаболизм.

#### **2.2. Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.**

**Катаболизм углеводов.** Расщепление углеводов в пищеварительном тракте. Амилолитические ферменты, их характеристика.

Анаэробное расщепление глюкозы. Гликолиз. Пентозофосфатный цикл. Субстратное фосфорилирование ADP. Энергетический баланс процессов. Суммарные уравнения гликолиза, пентозофосфатного цикла. Регуляция гликолиза на уровне гексокиназы, фосфофруктокиназы, пируваткиназы. Регенерация  $\text{NAD}^+$ , роль лактатдегидрогеназы в этом процессе. Спиртовое брожение.

Аэробный метаболизм пирувата. Митохондрии: структура и энергетические функции. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса. Регуляция активности пируватдегидрогеназного комплекса.

Цикл лимонной кислоты. Суммарное уравнение окисления ацетил-СoА в цикле Кребса и энергетический баланс процесса.

Окисление  $\text{NADH}$  и  $\text{FADH}_2$  в дыхательной цепи. Сопряжение синтеза АТФ с переносом электронов и протонов от  $\text{NADH}$  и  $\text{FADH}_2$  к молекулярному кислороду. Хемииосмотическая теория Митчелла. Компоненты дыхательной цепи: флавопротеины, железосерные белки, коэнзим Q, цитохромы b,  $c_1$ , c, a,  $a_3$ . Топография дыхательных переносчиков в редокс-цепи. Энергетический баланс процесса. Образование активных форм кислорода и способы защиты от них.

**Фотосинтез.** Фотосинтетический аппарат растений и его локализация в хлоропластах. Темновая и световая стадии фотосинтеза. Фотосистемы I и II. Образование АТФ. Расщепление воды, генерация молекулярного кислорода. Синтез глюкозы.  $\text{C}_3$  и  $\text{C}_4$  растения. Особенности фотосинтеза у  $\text{C}_4$  растений.

**Биосинтез углеводов.** Глюконеогенез. Биосинтез полисахаридов.  
Образование крахмала, гликогена.

**Раздел 3. Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации.**

**3.1. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов.** ДНК: особенности строения и пространственной структуры. РНК: особенности строения и пространственной структуры различных типов РНК.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Разделы дисциплины |   |   |
|----|---|--------------------|---|---|
|    |   | 1                  | 2 | 3 |
|    | <b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные и профессиональные Компетенции:</i></b>   |                    |   |   |
| 1  | способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3)  | +                  | + | + |
| 2  | владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6).   | +                  | + | + |
| 3  | способности обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4)  | +                  | + | + |
| 4  | владения основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способности проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9) | +                  |   | + |
| 5  | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10)   | +                  | + | + |
|    | <b><i>Знать:</i></b>  |                    |   |   |
| 6  | биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц   |                    | + | + |
| 7  | основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот  |                    | + |   |
| 8  | понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов                                       | +                  |   |   |
| 9  | обмен веществ и энергии в клетке  |                    | + |   |
| 10 | основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах   |                    | + |   |
| 11 | строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов  |                    |   | + |
| 12 | молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации  |                    |   | + |
| 13 | молекулярный инструментарий геномной инженерии  |                    |   | + |
| 14 | генетические основы эволюции  |                    |   | + |
|    | <b><i>Уметь:</i></b>  |                    |   |   |
| 15 | определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса   |                    | + |   |

|                        |   |   |   |   |
|------------------------|---|---|---|---|
| 16                     | анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке                                  |   | + | + |
| 17                     | осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения | + |   |   |
| 18                     | анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию  |   | + |   |
| 19                     | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ  | + | + | + |
| <b><i>Владеть:</i></b> |   |   |   |   |
| 20                     | методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов  | + |   |   |
| 21                     | методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ               | + |   |   |
| 22                     | методами планирования, проведения и обработки экспериментов   | + | + | + |
| 23                     | правилами безопасной работы в биохимической лаборатории   | + | + | + |

## 9. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 9.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

### 6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Основы биохимии и молекулярной биологии», а также дает знания о ферментативной кинетике и первоначальных сведениях по молекулярной генетике.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов (максимально по 10 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

### Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы лабораторных работ  | Ак. час   |
|-------|----------------------|--|-----------|
| 1     | 1                    | Расчет и приготовление буферных растворов, используемых в биохимических исследованиях. Выделение ферментов.                          | 4         |
| 2     | 1                    | Методы определения и расчета активности ферментов (общей, удельной и молекулярной).  | 4         |
| 3     | 1                    | Изучение ферментов класса гидролаз. Гидролиз казеина трипсином.  | 4         |
| 4     | 1                    | Влияние концентрации фермента, концентрации субстрата на скорость реакции. Определение кинетических констант ферментативной реакции. | 3         |
| 5     | 1                    | Влияние температуры на скорость ферментативной реакции.  | 2         |
| 6     | 1                    | Влияние pH на скорость ферментативной реакции.   | 2         |
| 7     | 1                    | Влияние активаторов и ингибиторов на активность амилазы.   | 3         |
| 8     | 1                    | Изучение специфичности действия различных ферментов.   | 4         |
| 9     | 2                    | Молочнокислое и спиртовое брожение у микроорганизмов.  | 3         |
| 10    | 3                    | Выделение и электрофоретический анализ плазмидной ДНК из клеток бактерий.  | 3         |
|       |                      | <b>ВСЕГО</b>   | <b>32</b> |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- подготовку к выполнению лабораторных работ, оформление лабораторных работ и подготовку к их защите,

- работу с электронно-библиотечными системами,

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **10. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение лабораторного практикума (максимальная оценка 100 баллов).

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 100 баллов и составляет по 30 баллов за 1-ую и 2-ую и 40 баллов за 3-ю.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контроль проводится в форме устного опроса по теме лабораторных работ 1-3.**

1. Общие представления о ферментах, ферментативном катализе.
2. Свойства ферментов как белков и биокатализаторов.
3. Кинетика ферментативных реакций, виды и типы ингибирования.
4. Строение ферментов, понятие и примеры кофакторов, мультиферментных комплексов, конъюгатов, ансамблей.

#### **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. . Контроль проводится в форме устного опроса по теме лабораторных работ 4-6.**

1. Общее представление о метаболизме: катаболизм, анаболизм. Виды фосфорилирования.
2. Гликолиз: ферменты и реакции. Суммарное уравнение, энергетический баланс процесса. Гликолиз: локализация, функции, регуляция. Брожение (превращение пирувата) в анаэробных условиях. Глюконеогенез.

3. ПФЦ: локализация, стадии, реакции, функции. Транскетолаза, трансальдолаза. Суммарное уравнение.

4. Аэробный метаболизм пирувата. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса.

### **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контроль проводится в форме устного опроса по теме лабораторных работ 4-6.**

1. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК: особенности строения и пространственной структуры.

2. Репликация ДНК. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Теломераза и ее функции.

3. Виды, причины и последствия повреждения ДНК. Классификация мутаций. Виды генных мутаций и их влияние на синтез молекул белка.

4. Репарация ДНК. Механизм, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. SOS-ответ у прокариот.

5. Транскрипция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Процессинг первичных транскриптов в эукариотических клетках. Сплайсинг, альтернативный сплайсинг.

6. Понятие гена в молекулярно биологических терминах. Ген как последовательность нуклеотидов ДНК. Основная догма молекулярной биологии и ее нарушения.

#### **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Оценочные средства приведены в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 1 – Курс лекций. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 156 с.

2. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии: учебное пособие: Часть 2 – Информационные материалы к лекциям. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 104 с.
3. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.
4. Луценко Н.Г. Лабораторные работы по энзимологии. – М., РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2006. – 84 с.

### **Б. Дополнительная литература**

1. Луценко Н.Г. Начала биохимии. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 254 с.
2. Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник/под ред. С.Е. Северина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 624 с.
3. Ленинджер А. Основы биохимии. Т. 1-3. – М, Мир. – 1985.
4. Биохимия: уч. для мед. вузов. Под ред. Северина Е.С. – М., ГЭОТАР-МЕД, 2003. - 784 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### **Интернет-ресурсы**

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)

- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для изучения данной дисциплины необходима учебная аудитория, оснащенная «автоматизированным рабочим местом преподавателя» и средствами для презентации лекций.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (перечень заданий контрольных работ (общее число вариантов заданий – 150);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вариантов заданий – 50).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы биохимии и молекулярной биологии» проводятся в форме лекций, практических (семинаров) и лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран, интерактивная доска) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в сеть “Интернет”.

Учебная биохимическая лаборатория, оснащенная оборудованием, приборами и принадлежностями в соответствии с темами работ лабораторного практикума.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные принтером и программными средствами, проекторы и экраны, копировальные аппараты, локальная сеть с выходом в “Интернет”.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса (отдельные страницы презентаций лекций, материал для практических занятий), варианты контрольных работ, экзаменационные билеты).

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFelty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на                              | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|   | Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams |   | обновлённую версию продукта)  |  |
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.            | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition  | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                     | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                      | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов    | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки                         |
|--------------------------|---|--|
| Раздел 1.<br>Энзимология | <p><i>Знает:</i><br/>понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов;</p> <p><i>Умеет:</i><br/>осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения;</p> | Оценка за защиту лабораторных работ соответствующих тем. |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i><br/> методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов;<br/> методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ;<br/> методами планирования, проведения и обработки экспериментов;<br/> правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.</p>  |   |
| <p>Раздел 2.<br/> <b>Метаболизм</b></p>                           | <p><i>Знает:</i><br/> биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;<br/> основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот;<br/> обмен веществ и энергии в клетке;<br/> основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах;</p> <p><i>Умеет:</i><br/> определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;<br/> анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке;<br/> анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию;<br/> проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i><br/> методами планирования, проведения и обработки экспериментов;<br/> правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.</p> | <p>Оценка за защиту лабораторных работ соответствующих тем.</p> |
| <p>Раздел 3.<br/> <b>Биоинформационные процессы в клетке:</b></p> | <p><i>Знает:</i><br/> биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;</p>  | <p>Оценка за защиту лабораторных работ соответствующих тем.</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации</b></p> | <p>строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;<br/> молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации;<br/> молекулярный инструментарий геномной инженерии;<br/> генетические основы эволюции.</p> <p><i>Умеет:</i><br/> анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке;<br/> проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i><br/> методами планирования, проведения и обработки экспериментов;<br/> правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.</p> |  |
|--|---|--|

### **13 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем

Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Практикум по биохимии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Практикум по теоретическим основам биотехнологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена  
к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии Н.С. Марквичевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_

## 5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО) рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Практикум по теоретическим основам биотехнологии» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии и микробиологии.

Дисциплина «Практикум по теоретическим основам биотехнологии» имеет своей **целью** формирование у студентов базовых знаний, лежащих в основе современных методов направленного биосинтеза и управления ферментационными процессами, используемыми для получения продуктов биотехнологии, развитие в студентах способностей к анализу и обобщению экспериментальных и литературных данных в области управляемого культивирования микроорганизмов и других биологических продуцентов. При этом предполагается, что студенты имеют фундаментальную подготовку по теоретическим разделам химии, биохимии, общей биологии и микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии.

К **задачам** изучения дисциплины следует отнести:

- приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий;
- закрепление знаний по фундаментальным наукам и применение их в практической деятельности в области биотехнологии;
- формирование у студентов целостного представления о современных биотехнологиях;
- формирование у студентов общей картины научного подхода и соотношения традиционных и современных новейших приемов развития научного метода и технологического применения.

Дисциплина «Практикум по теоретическим основам биотехнологии» преподается в 7-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 6. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

обладать:

владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6).

- готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);

готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

47. особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
48. основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
49. биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
50. закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
51. модели роста и образования продуктов;
52. методы культивирования,  
*уметь:*
57. выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
58. осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
59. проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
60. использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции;  
*владеть:*
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
  - методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

## 7. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины |             |              |
|--|------------------|-------------|--------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.    | Астр.ч.      |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>2,0</b>       | <b>72</b>   | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>0,89</b>      | <b>32</b>   | <b>24</b>    |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <i>0,22</i>      | <i>8</i>    | <i>10,67</i> |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,89             | 32          | 24           |
| в том числе в форме практической подготовки        | <i>0,22</i>      | <i>8</i>    | <i>10,67</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>1,11</b>      | <b>40</b>   | <b>30</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                  | <i>1,11</i>      | <i>0,2</i>  | <i>0,15</i>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                  | <i>39,8</i> | <i>29,85</i> |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                  |             |              |
| <b>Зачет</b>                                       | +                | +           | +            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет</b>     |             |              |

### 63. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 63.1. Разделы и виды занятий для студентов очного отделения

| № п/п | Раздел дисциплины  | Академ. часов |                                   |        |                                   |                             |                                   |                            |                                   |                               |
|-------|--|---------------|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|       |  | Всего         | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лекции | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практиче<br>ские<br>занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лабора<br>торные<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самостоят<br>ельная<br>работа |
| 1     | <b>Кинетика роста микроорганизмов.</b>                       | 22            | 0                                 | 0      | 0                                 | 0                           | 0                                 | 10                         | 3                                 | 12                            |
| 2     | <b>Основные метаболические процессы в клетках.</b>           | 26            | 0                                 | 0      | 0                                 | 0                           | 0                                 | 12                         | 3                                 | 14                            |
| 3     | <b>Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов</b> | 24            | 0                                 | 0      | 0                                 | 0                           | 0                                 | 10                         | 2                                 | 14                            |
| 4     | <b>ИТОГО:</b>  | 72            | 0                                 | 0      | 0                                 | 0                           | 0                                 | 32                         | 8                                 | 40                            |

**Раздел 1. Кинетика роста микроорганизмов.**

Кинетические модели роста микроорганизмов, влияние концентрации субстрата, продуктов. Обработка экспериментальных данных по культивированию микроорганизмов в периодических условиях (три задачи). Влияние концентрации субстрата на рост клеток, понятие лимитирующей концентрации субстрата, уравнение Моно. Ингибирующее действие субстрата, продуктов, модификации уравнения Моно, уравнение Моно-Иерусалимского, нахождение констант. Оптимизация производительности периодического реактора. Обработка экспериментальных данных по периодическому культивированию по уравнению Моно.

Способы непрерывного культивирования. Хемостатное культивирование, основные понятия, уравнения хемостатного культивирования. Энергия поддержания. Обработка экспериментальных данных хемостатного культивирования. Нахождение констант в уравнении Моно. Хемостатное культивирование с переменной лимитирующего фактора. Хемостатное культивирование двух микроорганизмов. Процессы автоселекции в хемостате. Оптимизация производительности одного хемостата. Расчет производительности хемостата. Хемостатное культивирование с рециклом по биомассе, с рециклом по культуральной жидкости. Каскад хемостатов. Тубулярная культура. Турбидостатное культивирование. Особенности культивирования генно-инженерных штаммов. Иммобилизация клеток микроорганизмов, методы иммобилизации, изменение концентрации клеток в иммобилизованном состоянии во времени.

**Раздел 2. Основные метаболические процессы в клетках.**

Анаболические и катаболические процессы, их взаимосвязь в клетках. Регулирование ферментативных процессов в клетках микроорганизмов на уровне ферментов, на уровне генома. Аллостерические ферменты, модель Жакобо-Моно. Роль энергетических эквивалентов (АТФ/цАМФ и др.) в регулировании процессов, протекающих в клетках.

Транспортные процессы в клетках, пассивный и активный транспорт, транслокация групп. Экспериментальное определение типа транспорта.

Рост микроорганизмов на сахарах. Доступность сахаров, гидролиз полисахаридов, транспорт сахаров в клетки, включение сахаров в анаболические и катаболические процессы, взаимное регулирование процессов метаболизма субстрата внутри клеток.

Гликолиз как этап трансформации углеводных субстратов и его энергетическая сущность, пентозофосфатный цикл, взаимосвязь гликолиза и ПФЦ. КГДФ путь. Взаимосвязь основных метаболических процессов и регулирование метаболизма субстрата в зависимости от условий. Образование ацетил-СоА, регуляторные ферменты и их взаимосвязь с общим метаболизмом субстрата. Цикл трикарбоновых кислот, образование восстановленных эквивалентов, взаимосвязь ферментативной активности цикла с другими метаболическими процессами, протекающими в клетках. Дыхательная цепь – образование АТФ. Аноплетротические реакции (образование оксалоацетата).

Общая взаимосвязанность процессов анаболизма и катаболизма сахаров, роль фосфофруктокиназы и других ферментов в регулировании метаболизма сахаров по тому или иному метаболическому пути. Сравнение энергетической эффективности различных путей ассимиляции сахаров.

Рост микроорганизмов на этиловом спирте и ацетате. Рост микроорганизмов на н-алканах. Процессы транспорта. Первичное окисление – окисление с образованием ацетил-СоА. Функционирование глиоксилатного шунта.

Рост на ароматических углеводородах. Рост микроорганизмов на C<sub>1</sub>-соединениях, процессы транспорта в клетку, катаболические процессы, включение формальдегида в анаболические процессы, сериновый путь, C<sub>5</sub>-путь. Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов.

**Раздел 3. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов.**

Классификация продуктов микробиологического синтеза, первичные и вторичные метаболиты. Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения. Общие концепции создания процессов. Спиртовое брожение, способы управления процессом (эффект Пастера, способы брожения по Нейбергу, эффект Олли). Молочнокислородное брожение, другие виды брожения. Выбор оптимальных способов культивирования для достижения поставленной задачи. Неполное окисление, направленный биосинтез уксусной кислоты, трансформация сорбита в сорбозу, направленный синтез кислот и кетонов. Общие подходы направленного биосинтеза трикарбоновых кислот (лимонной кислоты), способы управления и реализации процесса.

Направленный синтез полисахаридов. Глюконеогенез, взаимосвязь с процессами ассимиляции сахаров, роль фосфатазы.

Направленный синтез липидов через малонил-СоА и липоподобных соединений через изопентилпирофосфат. Направленный синтез аминокислот: синтез глутамата и глутамина, ассимиляция аммиака, аминокислоты аспарагинового ряда, биосинтез лизина на углеводном и уксуснокислом субстратах, общий метаболизм в клетках.

Направленный биосинтез ароматических аминокислот на примере триптофана. Применение генно-инженерных штаммов микроорганизмов для направленного синтеза аминокислот.

Способ синтеза аминокислот с использованием предшественника и иммобилизованных клеток (синтез аспарагиновой кислоты из фумаровой), влияние условий культивирования на направленный синтез – направленный синтез яблочной кислоты или аспарагиновой в зависимости от солевого состава.

Общие положения направленного синтеза первичных метаболитов, выбор условий культивирования для достижения оптимальных параметров процесса. Биосинтез продуктов вторичного метаболизма: биосинтез антибиотиков. Роль антибиотиков в метаболизме клеток, антибиотики как факторы дифференциации клеток, их влияние на общую ферментативную активность. Направленный биосинтез пенициллинов, полусинтетические антибиотики на основе 6-апк. Полипептидные антибиотики, отличие синтеза от синтеза белков. Направленный синтез витамина В<sub>12</sub>.

#### – СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел |   |   |
|---|---|--------|---|---|
|   |   | 1      | 2 | 3 |
|   | <b><i>Знать:</i></b>  |        |   |   |
| 1 | особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов  | +      | + | + |
| 2 | биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; |        | + | + |
| 3 | основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними  | +      | + | + |
| 4 | закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма   | +      |   | + |
| 5 | модели роста и образования продуктов  |        | + | + |
| 6 | методы культивирования  | +      | + |   |

| <b>Уметь:</b>   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| 7   | выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования            | + | + | + |
| 8   | осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;   |   | + | + |
| 9   | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ   | + | + | + |
| 10  | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции  | + | + | + |
| <b>Владеть</b>  |  |   |   |   |
| 11  | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции   | + |   | + |
| 12  | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов   | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>обще профессиональные и профессиональные компетенции:</b> |  |   |   |   |
| 13  | обладать: владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6);  | + | + | + |
| 14  | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);   | + | + | + |
| 14  | готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11); | + | + |   |

## – ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

### 6.3 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Теоретические основы биотехнологии», а также дает знания в области технологических аспектов биотехнологии, приобретение навыков решения ряда технологических задач биотехнологии.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 100 баллов (максимально по 20 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

#### Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Часы |
|-------|----------------------|---------------------------------|------|
|       |                      |                                 |      |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 1 | 1 | Рост дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> в аэробных и анаэробных условиях              | 6 |
| 2 | 2 | Влияние ионов металлов на синтез лимонной кислоты  | 6 |
| 3 | 2 | Направленный синтез аминокислот <i>Corynebacterium glutamicum</i>                          | 6 |
| 4 | 3 | Биотрансформация фумаровой кислоты в аспарагиновую (или яблочную) клетками <i>E.coli</i> . | 6 |
| 5 | 3 | Изучение аминолитической активности у гриба <i>A. niger</i>                                | 6 |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к выполнению и защите лабораторных работ.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение лабораторного практикума (максимальная оценка 100 баллов).

### 8.1. Примеры вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу), которые проводятся в форме устного опроса при защите лабораторных работ. Максимальная оценка за контрольные работы 100 баллов и составляет по 30 баллов за 1-ю и 2-ю и 40 баллов за 3-ю.

### Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа проводится в форме защиты лабораторных работ 1-2.

- 40) Рост микроорганизмов в периодических условиях, удельная скорость роста, экономические коэффициенты.
- 41) Синтез лимонной кислоты при росте микроорганизмов на этаноле.
- 42) Что такое лимитирование и ингибирование (физиологическое и кинетическое) роста микроорганизмов при периодическом культивировании.
- 43) Механизмы регулирования метаболизма клетками микроорганизмов.
- 44) Каким способом и как можно осуществлять управление роста микроорганизмов в периодических условиях?

### Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа проводится в форме защиты лабораторной работы 3.

- 1) Синтез полисахаридов микроорганизмами при их росте на метаноле.
- 2) Сравнение физиологии развития микроорганизмов при различных непрерывных способах культивирования.
- 3) Синтез аспарагиновой кислоты микроорганизмами при росте на глюкозе.

- 4) Сравнение физиологии развития микроорганизмов при различных периодических способах культивирования.
- 5) Синтез глутаминовой кислоты микроорганизмами при росте на этаноле.
- 6) Понятие лимитирования и ингибирование роста при хемостатном культивировании.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа проводится в форме защиты лабораторных работ 4-5.**

- 1) Направленный синтез глутаминовой кислоты продуцентами при росте на сахарах.
- 2) Оптимизация тубулярного процесса культивирования.
- 3) Синтез моносахаров и полисахаридов при росте микроорганизмов на н-алканах.
- 4) Сравнение физиологии развития микроорганизмов при хемостатном и турбидостатном способах культивирования.
- 5) Направленный синтез лимонной кислоты при росте грибов на сахарах.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Манаков М.Н., Победимский Д.Г. Теоретические основы промышленной биотехнологии. – М.: Высшая школа, 1989 – 310 с.
2. Аткинсон Б. Биохимические реакторы. – М.: "Пищевая промышленность", 1974 – 280 с.
3. Безбородов А.М. Биохимические основы микробиологического синтеза. – М.: "Легкая и пищевая промышленность", 1984 – 304 с.
4. Бирюков В.В. Промышленная биотехнология

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Готтшалк Г. Метаболизм бактерий. – М.: Мир, 1984 – 312 с.
2. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. – М.: Высшая школа, 1989 – 456 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

#### **Интернет-ресурсы**

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)

- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 28) компьютерные презентации интерактивных лекций – 3, (общее число слайдов – 45);
- 29) - электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- 30) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75);
- 31) банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы биотехнологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Для изучения дисциплины необходимо наличие учебной лаборатории, оборудованной: весами техническими и аналитическими; роторными испарителями; магнитными мешалками различных типов; рН-метрами; сушильными шкафами; ультразвуковыми банями; вакуумными насосами; дистилляторами; оборудованием для хроматографии; оборудованием для электрофореза; ИК-ВИД спектрофотометры, а также библиотеки, имеющей рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

#### 11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### 11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на                              | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|    |   |  |  |  |
|----|---|--|--|--|
|    | Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams |  | обновлённую версию продукта)   |  |
| 4  | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5  | ABBYY FineReader 10 Professional Edition  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  |  | бессрочная   |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

|    |  |                                       |  |            |
|----|--|---------------------------------------|--|------------|
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
|----|--|---------------------------------------|--|------------|

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                 | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки               |
|---|---|--|
| Раздел 1. Кинетика роста микроорганизмов.             | <p><i>Знает:</i> особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования;</p> <p><i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции</p> <p><i>Владеет:</i> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов</p>   | Оценка за лабораторный практикум (7-й семестр) |
| Раздел 2. Основные метаболические процессы в клетках. | <p><i>Знает:</i> особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; модели роста и образования продуктов; методы культивирования.</p> <p><i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции</p> <p><i>Владеет:</i> методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов</p> | Оценка за лабораторный практикум (7-й семестр) |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Раздел 3.<br/>Направлен<br/>ый синтез<br/>первичных и<br/>вторичных<br/>метаболитов<br/>.</p> | <p><i>Знает:</i> особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста и образования продуктов.</p> <p><i>Умеет:</i> выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции</p> <p><i>Владеет:</i> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | <p>Оценка за лабораторный практикум (7-ой семестр)</p> |
|--|---|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Практикум по теоретическим основам биотехнологии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Дискретная математика»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» \_\_\_\_\_ мая 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва 2021 г.**

Программа составлена заведующим кафедрой высшей математики,  
к.т.н. Е.Г.Рудаковской, доцентом кафедры высшей математики, к.т.н.  
А.Н.Шайкиным, доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева «30» апреля 2021 г., протокол № 7

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина «**Дискретная математика**» относится к дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку, включающую основные понятия и методы, изучаемые в дисциплине «Математика».

**Цель дисциплины** - формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и математических методов для описания различных химико-технологических процессов.

**Задачи дисциплины** - создание фундаментальной математической базы, а также развитию навыков математического мышления и использования их для решения практических задач.

Дисциплина «**Дискретная математика**» преподается в 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих компетенций:

2.1. Профессиональные:

- готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применений (ПК-3);
- способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);
- готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

-основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач.

**уметь:**

- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.

**владеть:**

-методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр      |            |
|--|-------------|------------|--------------|------------|
|  |             |            | 4            |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ           | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>    | <b>108</b> | <b>3</b>     | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b> | <b>32</b>  | <b>0,89</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции   | -           | -          | -            | -          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89        | 32         | 0,89         | 32         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,11</b> | <b>76</b>  | <b>2,11</b>  | <b>76</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,11        | 0,2        | 2,11         | 0,2        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 75,8       |              | 75,8       |
| <b>Вид контроля - Зачет</b>                    |             | +          |              | +          |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>Зачет</b> |            |

| Вид учебной работы                             | Всего       |           | Семестр      |           |
|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
|  |             |           | 4            |           |
|  | ЗЕ          | Астр. ч.  | ЗЕ           | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>    | <b>81</b> | <b>3</b>     | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b> | <b>24</b> | <b>0,89</b>  | <b>24</b> |
| Лекции   | -           | -         | -            | -         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89        | 24        | 0,89         | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,11</b> | <b>57</b> | <b>2,11</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,11        | 0,15      | 2,11         | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 56,85     |              | 56,85     |
| <b>Вид контроля - Зачет</b>                    |             | +         |              | +         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |           | <b>Зачет</b> |           |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины  | Часы      |        |                      |                        |
|-------|--|-----------|--------|----------------------|------------------------|
|       |  | Всего     | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа |
|       | <b>Раздел 1. Элементы теории множеств и алгебраические структуры.</b>  | <b>18</b> |        | <b>6</b>             | <b>12</b>              |
| 1.1   | Множества, отношения и функции.  | 6         |        | 2                    | 4                      |
| 1.2   | Полугруппы. Моноиды. Группы.   | 6         |        | 2                    | 4                      |
| 1.3   | Кольца. Поля.  | 6         |        | 2                    | 4                      |
|       | <b>Раздел 2. Элементы теории графов.</b>   | <b>22</b> |        | <b>6</b>             | <b>16</b>              |
| 2.1   | Задание и характеристики графов. Виды графов.  | 6         |        | 2                    | 4                      |
| 2.2   | Циклы и разрезы. Планарность и укладка графов. Раскраска графов.   | 6         |        | 2                    | 4                      |
| 2.3   | Деревья.   | 10        |        | 2                    | 8                      |
|       | <b>Раздел 3. Булевы функции.</b>   | <b>12</b> |        | <b>4</b>             | <b>8</b>               |
| 3.1   | Алгебра логики. Булевы функции. Способы задания. Основные законы булевой алгебры. Функционально полные системы элементарных булевых функций. Важнейшие замкнутые классы. | 6         |        | 2                    | 4                      |
| 3.2   | Минимизация булевых функций. Сокращенная, тупиковая и минимальная формы.   | 6         |        | 2                    | 4                      |
|       | <b>Раздел 4. Исчисление высказываний.</b>  | <b>14</b> |        | <b>4</b>             | <b>10</b>              |
| 4.1   | Формальные аксиоматические системы. Полнота и непротиворечивость. Независимость аксиом. Разрешимость теории. Другие аксиоматизации.                                      | 6         |        | 2                    | 4                      |

|     |   |            |  |           |           |
|-----|---|------------|--|-----------|-----------|
| 4.2 | Проверка выводимости с помощью истинностных таблиц. Методы логического вывода.  | 8          |  | 2         | 6         |
|     | <b>Раздел 5. Исчисление предикатов и нечеткая логика.</b>   | <b>20</b>  |  | <b>6</b>  | <b>14</b> |
| 5.1 | Логика предикатов. Непротиворечивость и полнота. Вынесение кванторов и предваренная нормальная форма. Скулемовские стандартные формы. | 6          |  | 2         | 4         |
| 5.2 | Эрбрановский универсум и теорема Эрбрана. Подстановка и унификация. Метод резолюций и его полнота.                                    | 6          |  | 2         | 4         |
| 5.3 | Нечеткие множества. Нечеткая логика.  | 8          |  | 2         | 6         |
|     | <b>Раздел 6. Конечные автоматы, машины Тьюринга-Поста, сложность вычислений.</b>  | <b>22</b>  |  | <b>6</b>  | <b>16</b> |
| 6.1 | Элементы теории автоматов. Автоматы Мили и Мура. Эквивалентность и минимизация автоматов.   | 6          |  | 2         | 4         |
| 6.2 | Машины Тьюринга-Поста. Формализация понятия алгоритма и формальные модели алгоритмов. Алгоритмически неразрешимые проблемы.           | 6          |  | 2         | 4         |
| 6.3 | Сложность алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложность. Трудноразрешимые задачи. Классы P и NP. NP-полные задачи.      | 10         |  | 2         | 8         |
|     | <b>Всего часов</b>  | <b>108</b> |  | <b>32</b> | <b>76</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Элементы теории множеств и алгебраические структуры.

Множества, отношения и функции. Задание множеств и осуществление операций над ними. Способы задания. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения и декартова произведения. Аксиоматика теории множеств. Алгебра Кантора. Минимизация представлений множеств. Диаграммы Эйлера-Венна. Бинарные отношения. Способы задания бинарных отношений. Свойства бинарных отношений. Разбиения. Отношения эквивалентности и порядка. Представление  $n$ -арных отношений бинарными. Алгебра отношений. Функции. Инъекция, сюръекция и биекция. Алгебраические структуры. Полугруппы. Моноиды. Группы. Подгруппы. Циклические группы. Группы подстановок. Изоморфизм групп. Смежные классы по подгруппе. Нормальные делители. Фактор-группы. Кольца: определения, свойства, примеры. Поля.

### **Раздел 2. Элементы теории графов.**

Графы. Задание и характеристики графов. Виды графов. Подграфы. Матрицы смежности и инцидентности. Степени вершин. Маршруты Цепи. Циклы. Расстояние между вершинами. Диаметр и радиус графа. Унарные и бинарные операции над графами. Дополнение графа. Удаление и добавление вершин. Удаление и добавление ребер. Отождествление вершин. Расщепление вершин. Объединение графов. Пересечение графов. Компоненты связности. Мосты. Вершинная и реберная связность. Связность ориентированных графов. Алгоритм вычисления связности. Внутренняя устойчивость. Вершинное число независимости. Реберное число независимости. Вершинное и реберное покрытие графа. Внешняя устойчивость. Вершинное и реберное число внешней устойчивости. Циклы и разрезы. Эйлеровы циклы. Гамильтоновы циклы. Планарность и укладка графов. Грани плоского графа. Раскраска графов. Хроматическое число. Гипотеза четырех красок. Деревья. Определения. Свойства. Теорема Кэли. Фундаментальная система циклов. Остов наименьшего веса. Упорядоченные деревья. Бинарные деревья. Деревья сортировки. Алгоритм поиска в дереве сортировки.

### **Раздел 3. Булевы функции.**

Алгебра логики. Булевы функции. Способы задания. Булевы функции одной и двух переменных и их свойства. Формулы булевой алгебры. Основные законы булевой алгебры. Эквивалентность формул. Принцип двойственности. Совершенные дизъюнктивные и совершенные конъюнктивные нормальные формы. Системы элементарных булевых функций. Функционально полные системы элементарных булевых функций. Примеры функционально полных базисов. Важнейшие замкнутые классы. Теорема о функциональной полноте. Минимизация булевых функций. Сокращенная, тупиковая и минимальная формы. Карты Карно. Метод сочетания индексов и метод Куайна. Минимизация конъюнктивных нормальных форм. Обзор приложений дискретной математики. Разработка эффективного математического, программного, информационного и технического обеспечения на основе методов дискретной математики.

### **Раздел 4. Исчисление высказываний.**

Введение в математическую логику. Краткие сведения из истории математической логики. Роль математической логики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем. Формальные аксиоматические системы. Символы, выражения, формулы, аксиомы. Правило вывода, непосредственное следствие, вывод, теорема. Логика высказываний. Логический вывод. Аксиомы. Правило *modus ponens*. Теорема дедукции и правило силлогизма. Полнота и непротиворечивость. Независимость аксиом. Разрешимость теории. Другие аксиоматизации. Проверка выводимости с помощью истинностных таблиц. Секвенции Генцена. Модель миров Крипке. Метод резолюций Робинсона. Метод клауз Вонга. Обратный метод Маслова (благоприятных наборов).

#### **Раздел 5. Исчисление предикатов и нечеткая логика.**

Логика предикатов. Автоматизация логического вывода. Переменные, функции, термы, предикаты, кванторы, формулы. Область действия квантора. Свободные и связанные переменные. Интерпретации, равносильность. Распознавание общезначимости. Проблема разрешимости. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Теорема дедукции. Непротиворечивость и полнота. Вынесение кванторов и предваренная нормальная форма. Скулемовские стандартные формы. Эрбрановский универсум и теорема Эрбрана. Подстановка и унификация. Метод резолюций и его полнота. Стратегии метода резолюций. Дизъюнкты Хорна. Принцип логического программирования. Нечеткие множества. Нечеткая логика. Появление и суть нечеткости. Формализация нечеткости. Функция принадлежности. Лингвистическая переменная. Операции над нечеткими множествами. Нечеткая арифметика. Методы дефаззификации. Нечеткие отношения. Стандартные нечеткие логические операции. Нечеткий вывод. Степени истинности и степени уверенности. Нечеткий аналог метода резолюций.

#### **Раздел 6. Конечные автоматы, машины Тьюринга-Поста, сложность вычислений.**

Элементы теории автоматов. Понятие автоматного преобразования информации и конечного автомата. Способы задания автоматов. Автоматы Мили и Мура. Программная и аппаратная реализация автоматов. Эквивалентность и минимизация автоматов. Машины Тьюринга-Поста. Формализация понятия алгоритма и формальные модели алгоритмов. Машина Тьюринга: определения, свойства, графы переходов. Машина Поста. Программы для машин. Проблема распознавания. Проблема остановки. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Сложность алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложность. Асимптотическая сложность, порядок сложности, сложность в среднем и в худшем случае. Трудноразрешимые задачи. Недетерминированная машина Тьюринга. Классы P и NP. NP-полные задачи. NP-полнота проблемы выполнимости формул логики высказываний. Обзор приложений математической логики. Направления использования аппарата математической логики в задачах

практической информатики. Спецификация и верификация программно-аппаратных проектов, логическое программирование, построение онтологий, языки общения интеллектуальных агентов.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| В результате освоения дисциплины студент должен  | Разделы |   |   |   |   |   |
|--|---------|---|---|---|---|---|
|  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <b>Знать:</b>  |         |   |   |   |   |   |
| - основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач   | +       | + | + | + | + | + |
| <b>Уметь:</b>  |         |   |   |   |   |   |
| - применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.  | +       | + | + | + | + | + |
| <b>Владеть:</b>  |         |   |   |   |   |   |
| - методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.                                | +       | + | + | + | + | + |
| <b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции:</b>  |         |   |   |   |   |   |
| – готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применений (ПК-3);   | +       | + | + | + | + | + |
| – способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8).                   | +       | + | + | + | + | + |
| – готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11). | +       | + | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1.    | 1.1                  | Практическое занятие 1                  | 2    |

|                   |                |  |          |
|-------------------|----------------|--|----------|
|                   | 1.2            | Множества и отношения. Группы.   |          |
| <b>2.</b>         | 1.3            | <b>Практическое занятие 2</b><br>Кольца, поля.                               | 2        |
| <b>3.</b>         | 2.1            | <b>Практическое занятие 3</b><br>Виды графов.                                | 2        |
| <b>4.</b>         | 2.2            | <b>Практическое занятие 4</b><br>Планарность и раскраска графов.             | 2        |
| <b>5.</b>         |                | <b>Контрольная работа № 1</b>  | <b>2</b> |
| <b>6.</b>         | 3.1            | <b>Практическое занятие 5</b><br>Законы булевой логики.                      | 2        |
| <b>7.</b>         | 3.2            | <b>Практическое занятие 6</b><br>Минимизация булевых функций. Важные классы. | 2        |
| <b>8.</b>         | 4.1            | <b>Практическое занятие 7</b><br>Формальные аксиоматические теории.          | 2        |
| <b>9.</b>         | 4.2            | <b>Практическое занятие 8</b><br>Логический вывод в исчислении высказываний. | 2        |
| <b>10.</b>        |                | <b>Контрольная работа № 2</b>  | 2        |
| <b>11.</b>        | 5.1            | <b>Практическое занятие 9</b><br>Преобразования формул логики предикатов.    | 2        |
| <b>12.</b>        | 5.2            | <b>Практическое занятие 10</b><br>Логический вывод в исчислении предикатов.  | 2        |
| <b>13.</b>        | 5.3            | <b>Практическое занятие 11</b><br>Нечеткие множества. Нечеткая логика.       | 2        |
| <b>14.</b>        | 6.1            | <b>Практическое занятие 12</b><br>Конечные автоматы.                         | 2        |
| <b>15.</b>        | 6.2            | <b>Практическое занятие 13</b><br>Машины Тьюринга.                           | 2        |
| <b>16.</b>        |                | <b>Контрольная работа № 3</b>  | <b>2</b> |
| <b>ИТОГ<br/>О</b> | <b>32 часа</b> |  |          |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;

– участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины.

– подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы в 4 семестре (максимальная оценка за первую контрольную работу составляет **40** баллов, максимальная оценка за вторую контрольную работу составляет **30** баллов и максимальная оценка за третью контрольную работу составляет **40** баллов). Максимальная оценка текущей работы в 4 семестре составляет **100** баллов.

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (первая контрольная работа по 1 и 2 разделам дисциплины, вторая контрольная работа по 3 и 4 разделам дисциплины, третья контрольная работа по 5 и 6 разделам дисциплины). Максимальная оценка за первую контрольную работу составляет **40** баллов, максимальная оценка за вторую контрольную работу составляет **30** баллов и максимальная оценка за третью контрольную работу составляет **30** баллов.

**Разделы 1, 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 10 баллов за вопрос.**

1. Является ли отношение  $x:y$  на множестве  $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$ :

1) рефлексивным

2) антирефлексивным

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 3) нерефлексивным   | 8) нетранзитивным      |
| 4) симметричным     | 9) эквивалентностью    |
| 5) антисимметричным | 10) строгим порядком   |
| 6) несимметричным   | 11) нестрогим порядком |
| 7) транзитивным     |                        |

2. 1) Является ли множество подстановок (12345), (21345), (12435), (21435) подгруппой группы  $S_5$ ? 2) Выписать подгруппу группы  $S_5$  с данными образующими элементами:

$$\left( \begin{array}{c} 12345 \\ 23145 \end{array} \right); \left( \begin{array}{c} 12345 \\ 42315 \end{array} \right).$$

3. Найти левые и правые смежные классы  $S_4$  по  $H = \left\{ \begin{pmatrix} 1234 \\ 1234 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 1234 \\ 4231 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 1234 \\ 1324 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 1234 \\ 4321 \end{pmatrix} \right\}$ . Является ли  $H$  нормальной подгруппой  $S_4$ ?

4. 1) Найти степени вершин, написать матрицы смежности и инцидентности графа. 2) Найти хроматическое число графа и оптимальную раскраску. 3) Построить плоское изображение графа, если это возможно, или обосновать невозможность его построения:

$$G = (V, E) = (V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\},$$

$$E = \{(1, 2), (1, 3), (1, 5), (1, 6), (2, 3), (2, 4), (2, 6), (3, 4), (3, 5), (3, 7), (3, 7), (3, 8)\}).$$

### Разделы 3, 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса по 10 баллов за вопрос.

1. Заданы номера наборов четырех переменных 1, 2, 3, 5, 12, 13, 14, 15, на которых функция принимает единичное значение (например, номеру 2 соответствует набор 0010 и конъюнкт  $\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1$ ). Необходимо для данной функции показать принадлежность (не принадлежность) к 0 (сохраняющих 0), 1 (сохраняющих 1), 2 (линейных), 3 (самодвойственных), 4 (монотонных) классам функций.

2. Минимизировать ДНФ:

$$X_1 X_2 \bar{X}_3 \bar{X}_4 \vee X_1 X_2 \bar{X}_3 X_4 \vee X_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 \bar{X}_4 \vee X_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 X_4 \vee \\ \vee X_1 X_2 X_3 \bar{X}_4 \vee \bar{X}_1 X_2 X_3 X_4 \vee \bar{X}_1 X_2 X_3 \bar{X}_4 \vee \bar{X}_1 \bar{X}_2 X_3 X_4.$$

3. Доказать выводимость  $(B \rightarrow A) \& (\bar{B} \rightarrow C) \& (\bar{A} \vee \bar{C}) \vdash A \& B \vee \bar{A} \& \bar{B}$  методом резолюций.

### Разделы 5, 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 3 вопроса по 10 баллов за вопрос.

1. Показать методом благоприятных наборов противоречивость набора дизъюнктов:

$$\overline{K(X)} \vee L(X), K(X) \vee \overline{M(X)}, \overline{L(X)} \vee \overline{N(X)}, N(c), M(c).$$

2. Построить прямое произведение автоматов и, применив теорему Мура, выяснить, эквивалентны ли они

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | a | b | a | b |   | a | b | a | b |
| k | n | m | 1 | 0 | p | r | q | 1 | 0 |
| l | m | n | 0 | 1 | q | q | s | 0 | 1 |
| m | l | n | 0 | 1 | r | p | q | 1 | 0 |
| n | k | l | 1 | 0 | s | p | q | 1 | 0 |

3. Построить минимальный автомат, эквивалентный данному

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
|   | a | b | a | b |
| 1 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 6 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 5 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 7 | 2 | 0 | 1 |
| 5 | 7 | 2 | 0 | 1 |
| 6 | 8 | 3 | 0 | 1 |
| 7 | 9 | 6 | 1 | 0 |
| 8 | 9 | 5 | 1 | 0 |
| 9 | 9 | 4 | 1 | 1 |

## 8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачет)

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

5. Дискретная математика: учебник для вузов / Белоусов А.И., Ткачев С.В. – М.: Изд. МГТУ им. Баумана Н.Э., 2015. – 743 с. ЭБС Издательство «Лань».

6. Сборник задач по дискретной математике / Кожухов С.Ф., Совертков П.И. – М.: Издательство «Лань». 2016. – 324 с. ЭБС Издательство «Лань»

#### **Б) Дополнительная литература:**

1. Теория графов: Методические указания / Бояринцева Т.И, Мастихина А.А. – М.: Изд. МГТУ им. Баумана Н.Э., 2014. – 37 с. ЭБС Издательство «Лань».
2. Дискретная математика: учебник для вузов / Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М.. –М.: Изд. «Физматмет», 2014. – 496 с. ЭБС Издательство «Лань»

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации.
- Комплекс обучающих программ.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://kvm.muctr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий – <https://moodle.muctr.ru/>, (общее число слайдов – 640);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 3 контрольные работы, общее число вариантов – 150).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Дискретная математика» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные традиционными учебными досками и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебно-методические пособия, разработанные на кафедре высшей математики, выложены на сайте кафедры <http://kvm.muotr.ru> и на сайте библиотеки РХТУ имени Д.И.Менделеева <https://lib.muotr.ru>.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, принтеры, сканер и копировальный аппарат используются для подготовки раздаточных материалов.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине, комплекты контрольных и экзаменационных билетов.

Учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п.п. | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Срок окончания действия лицензии  |
|--------|---|---------------------------------------|---|
| 1.     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочно   |
| 2.     | Microsoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  |
| 3.     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 4.     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

### Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки |
|--|--|----------------------------------|
| Раздел 1.<br>Элементы теории множеств и алгебраические структуры | знает:<br>- основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет: | Оценка за контрольную работу № 1 |

|   |   |                                  |
|---|---|----------------------------------|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач, владеет:</li> <li>- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</li> </ul>   |                                  |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Элементы теории графов</p>  | <p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет:</li> <li>- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач, владеет:</li> <li>- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</li> </ul> | Оценка за контрольную работу № 1 |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Булевы функции</p>          | <p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет:</li> <li>- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач, владеет:</li> <li>- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</li> </ul> | Оценка за контрольную работу № 2 |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/>Исчисление высказываний</p> | <p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет:</li> <li>- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач,</li> </ul>   | Оценка за контрольную работу № 2 |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</li> </ul>   |   |
| <p><b>Раздел 5</b><br/>Исчисление предикатов и нечеткая логика</p>                        | <p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет:</li> <li>- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач,</li> </ul> <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 3</p> |
| <p><b>Раздел 6</b><br/>Конечные автоматы, машины Тьюринга-Поста, сложность вычислений</p> | <p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет:</li> <li>- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач,</li> </ul> <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 3</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата,

программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
 «\_Дискретная математика в биотехнологии\_»  
 основной образовательной программы

\_\_\_ 19.03.01 \_\_\_ «\_\_\_ Биотехнология \_\_\_»

код и наименование направления подготовки (специальности)

«\_\_\_\_\_»  
 наименование ООП

Форма обучения: \_\_\_ очная \_\_\_

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание<br>дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                               |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1                                 |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |
|                                   |                                    | протокол заседания<br>Ученого совета №<br>_____ от «__»<br>_____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_  
2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы энзимологии»**

**Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена:  
д.т.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Беловым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Дисциплина «Методы энзимологии» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана и рассчитана на изучение дисциплины в 8-ом семестре обучения.

Методы энзимологии – это новое перспективное научно-техническое направление биотехнологии, в котором удачно сочетаются самые современные достижения биохимии, молекулярной биологии, энзимологии и химической технологии. Инженерная энзимология — это отрасль биотехнологии, базирующаяся на использовании каталитических функций ферментов (или ферментных систем) в изолированном состоянии или в составе живых клеток для получения соответствующих целевых продуктов. Биообъект здесь - фермент (или комплекс ферментов).

**Цель дисциплины:** освоение студентами основных принципов и теоретических положений инженерной энзимологии; формирование у студентов понимания особенностей биотехнологических процессов с участием ферментов; усвоение основ конструирования и последующего использования в биотехнологии биокатализаторов с заданными свойствами.

Программа включает следующие разделы: структурно-функциональные особенности биокатализа, ферменты в экстремальных условиях, ферментативный микроанализ, медицинская энзимология, индустриальный биокатализ, использование ферментов в тонком химическом синтезе, утилизация промышленных отходов с помощью ферментов, использование ферментов для создания биологических средств защиты растений, конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии. К **задачам** дисциплины следует отнести приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий.

Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют фундаментальную подготовку по биохимии и биокинетики.

Дисциплина «Методы энзимологии» преподается в 8-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций: обладать: способностью обеспечивать

выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4); способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

- основные принципы механизмов ферментативного катализа;
- методы иммобилизации ферментов и клеток;
- выбор оптимального носителя и метода его активации;
- методы оценки свойств полученных иммобилизованных ферментов;
- стабилизация ферментов в биотехнологических системах.
- ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение;
- исследования свойств полученных иммобилизованных ферментов;
- важнейшие производства с использованием иммобилизованных ферментов для нужд промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической областей производства;

*уметь:*

- определять ферментативные активности нативных и иммобилизованных препаратов;
- осуществлять контроль содержания активных групп после модификации матрицы;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации исходного сырья и получаемой продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- выбрать рациональную схему получения иммобилизованных или стабилизированных форм ферментов.

*владеть:*

- методами определения ферментативной активности нативных и иммобилизованных препаратов
- методами активации носителей;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств используемых носителей;
- методами исследования полученных иммобилизованных форм ферментов;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы | Объем дисциплины |          |         |
|--------------------|------------------|----------|---------|
|                    | ЗЕ               | Акад. ч. | Астр.ч. |
|                    |                  |          | .       |

|  |                        |            |           |
|--|------------------------|------------|-----------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>            | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции (Лек)                                   | 0,89                   | 32         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки    |                        |            |           |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>            | <b>2,11</b>            | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |                        | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,11                   | 75,6       | 56,7      |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |            |           |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | +                      | +          | +         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

| П.№п/п | Раздел дисциплины   | Акад. часов |                          |        |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|--------|---|-------------|--------------------------|--------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|        |   | Всего       | в т.ч. в форме пр. подг. | Лекции | в т.ч. в форме пр. подг. | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг. | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг. | Самостоятельная работа |
|        | Введение  | 3           | 0                        | 2      | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 1                      |
| 1      | Ферменты. Ферментативный катализ. Активный центр ферментов. | 19          | 0                        | 4      | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 15                     |
| 2      | Носители. Методы активации носителей                        | 14          | 0                        | 4      | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 10                     |
| 3.     | Методы иммобилизации ферментов.                             | 15          | 0                        | 5      | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 10                     |
| 4      | Свойства иммобилизованных ферментов.                        | 15          | 0                        | 5      | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 10                     |
| 5.     | Методы исследования иммобилизованных ферментов.             | 14          | 0                        | 4      | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 10                     |
| 6.     | Получение и использование                                   | 14          | 0                        | 4      | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 10                     |

|    |   |     |   |    |   |   |   |   |   |    |
|----|---|-----|---|----|---|---|---|---|---|----|
|    | иммобилизованных ферментов для медицинских целей.   |     |   |    |   |   |   |   |   |    |
| 7. | Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве. | 14  | 0 | 4  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
|    | ИТОГО:  | 108 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 76 |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Современное состояние и перспективы развития инженерной энзимологии. Предмет инженерной энзимологии.

**Раздел 1. Ферменты. Ферментативный катализ.** Современная международная номенклатура ЕС – enzyme code. Белковые и небелковые ферменты (рибозимы). Простые и сложные ферменты. Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблемы сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию, ее важность для энзимологии; современные представления о механизмах формирования пространственной структуры белка; иерархический принцип сворачивания; промежуточные состояния в процессе организации нативной конформации; современное состояние знаний о белках теплового шока и структуре шаперонов; домены, их структурные и функциональные характеристики; роль мультидоменной организации молекулы фермента в определении ее функциональных свойств, формирование активного центра на границе между доменами. роль подвижности доменов в катализе, структурные основы реализации феномена индуцированного соответствия, регуляторные домены, домены, обеспечивающие связывание с мембранами; факторы определяющие эффективность и специфичность ферментативного катализа, комплементарность между ферментом и субстратом. Методы идентификации активного центра ферментов. Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.

**Раздел 2. Носители. Методы активации носителей.** Идеальные материалы, используемые для иммобилизации ферментов. Требования к носителям. Органические и неорганические материалы. Природные и синтетические органические полимерные носители. Природных полимеры - белковые, полисахаридные и липидные носители, а среди синтетических - полиметиленовые, полиамидные и полиэфирные. Преимущества природных носителей и их недостатки. Целлюлоза, декстран, хитин и их производные. Кератин, фиброин, коллаген и продукт переработки коллагена - желатина. Синтетические полимерные носители. Преимущества синтетические носителей и их недостатки. Полимеры на основе стирола, акриловой кислоты, поливинилового спирта; полиамидные и полиуретановые полимеры. Носители неорганической природы. Стекла, глины, керамики, графитовая сажа, силикагеля, силихромы и оксиды металлов. Основные преимущества неорганических носителей и их недостатки. Методы активации носителей

**Раздел 3. Методы иммобилизации ферментов.** Химические и физические методы иммобилизации ферментов. Основные преимущества используемых методов и их недостатки. Необходимость подбора оптимальных вариантов, как носителя, так и условий, и способов иммобилизации для каждого индивидуального фермента, используемого в конкретном технологическом процессе. Иммобилизация ферментов на носителях, обладающих гидроксо-группами. Иммобилизация ферментов на носителях, обладающих аминогруппами. Иммобилизация на носителях, обладающих активированными

производными карбоксильной группы. Иммунизация на носителях, обладающих сульфгидрильными группами. Иммунизированные клетки микроорганизмов.

#### **Раздел 4. Свойства иммобилизованных ферментов.**

Иммобилизованные ферменты – определение и области использования. Влияние иммобилизации на состояние фермента. Проблема стабильности иммобилизованных ферментов и пути ее преодоления. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов и клеток. Влияние физико-химических факторов на активность иммобилизованных ферментов.

**Раздел 5. Методы исследования иммобилизованных ферментов. Спектральные методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм.**

**Раздел 6. Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей. Энзимопатология. Энзимодиагностика. Энзимотерапия. Терапия воспалительных процессов трипсином и химотрипсином. Тромболитическая терапия фибринолизином и стрептокиназой. Ферментная терапия вирусных заболеваний РНКазой, ДНКазой. Заместительная терапия пищеварительными ферментами. Терапия гиалуронидазой и коллагеназой. Лечение онкологических заболеваний аспарагиназой. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства иммобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа “контейнер”. Использование липосом в качестве “контейнера”. Применение иммобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии. Перспективные направления развития ферментной терапии. Использование иммобилизованных гидролаз для лечения гнойно-некротических ран. Промышленно выпускаемые отечественные препараты немодифицированных и иммобилизованных ферментов.**

**Раздел 7. Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве. Ферменты в химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью ферментов. Ферменты в фармацевтической промышленности. Ферменты в пищевой промышленности. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ,  $\alpha$ -галактозидаз. Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы. Перспективы развития индустриального биокатализа. Использование модифицированных ферментов для защиты от фитопатогенов с/х растений.**

## **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел |   |   |   |   |   |   |
|----|---|--------|---|---|---|---|---|---|
|    |   | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|    | <b>Знать:</b>   |        |   |   |   |   |   |   |
| 1  | основные принципы механизмов ферментативного катализа;  | +      |   |   | + |   |   |   |
| 2  | методы иммобилизации ферментов и клеток;  |        | + |   |   | + | + | + |
| 3  | выбор оптимального носителя и метода его активации;   |        | + |   |   | + |   |   |
| 4  | методы оценки свойств полученных иммобилизованных ферментов;  | +      |   | + |   | + | + |   |
| 5  | ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение;   | +      |   |   | + |   | + |   |
| 6  | исследования свойств полученных иммобилизованных ферментов;   | +      |   | + |   | + |   |   |
| 7  | важнейшие производства с использованием иммобилизованных ферментов для нужд промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической областей производства; |        |   |   |   |   | + | + |
| 8  | стабилизация ферментов в биотехнологических системах.   | +      |   |   |   |   |   |   |
|    | <b>Уметь:</b>   |        |   |   |   |   |   |   |
| 9  | определять ферментативные активности нативных и иммобилизованных препаратов;  | +      |   | + |   | + |   |   |
| 10 | осуществлять контроль содержания активных групп после модификации матрицы;  |        | + | + |   |   |   |   |
| 11 | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;   | +      | + | + |   |   |   |   |
| 12 | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации исходного сырья и получаемой продукции;                        | +      | + |   | + |   |   |   |
| 13 | выбрать рациональную схему получения иммобилизованных или стабилизированных форм ферментов.   |        |   | + |   | + |   |   |
| 14 | определять параметры сырья и продукции при их сертификации;   | +      | + | + |   |   |   |   |
|    | <b>Владеть</b>  |        |   |   |   |   |   |   |
| 15 | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;   | +      | + | + |   |   |   |   |
| 16 | методами определения ферментативной активности нативных и иммобилизованных препаратов   | +      |   | + | + |   |   |   |

|  |  |   |   |   |   |   |  |   |
|--|--|---|---|---|---|---|--|---|
| 17   | методами активации носителей;  |   | + | + |   |   |  |   |
| 18   | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств используемых носителей;                       |   | + | + |   |   |  |   |
| 19   | методами исследования полученных иммобилизованных форм ферментов   |   |   |   |   | + |  |   |
| 20   | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов   |   |   |   | + |   |  | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции: обладать</i> |  |   |   |   |   |   |  |   |
| 21   | способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);   | + |   |   |   | + |  | + |
| 22   | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); |   |   |   |   | + |  | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- 1) регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 2) подготовку к практическим занятиям с использованием кейс-технологий, технологий СОРТ
- 3) подготовку к сдаче экзамена по курсу.

Материалы заданий для самостоятельной работы приведены ниже.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **7.1. Примеры заданий для проведения дискуссии с использованием технологии SORT «Шесть шляп мышления»**

### ***Тема: «Технология получения (очистки) ферментов»***

*Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)*

8. Что представляют собой ферменты?
9. Для чего нужны ферменты?
10. Являются ли ферменты белками?
11. Как влияют ферменты на окружающую среду?
12. Как проверяют ферменты на активность?
13. Какие реальные опасности могут нести ферменты?

*Белая шляпа (сбор фактов)*

Мировое производство ферментов

Риски использования ферментов

Контроль качества ферментов

*Желтая шляпа*

Преимущества использования ферментов

*Черная шляпа*

Недостатки использования ферментов

*Красная шляпа*

Выражение эмоционального отношения к проблеме

*Зеленая шляпа*

Предложить способы повышения эффективности и безопасности использования ферментов

## **7.2. Примеры заданий к практическим занятиям по применению кейс-технологии**

***К практическому занятию по теме: «Свойства иммобилизованных ферментов».***

*Порядок выполнения задания:*

53. охарактеризовать физико-химический состав используемого носителя;

54. предложить наиболее приемлемый способ активации носителя;

55. охарактеризовать химические, биохимические, физические свойства фермента;

56. охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта;

57. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки носителя: условия хранения; количество активатора; условия иммобилизации;

58. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант иммобилизации, обосновать при необходимости отсутствие стадии стерилизации готовой формы.

*Задание 1.* Производство иммобилизованного препарата на основе трипсина на диальдегидцеллюлозе

**К практическому занятию по теме:** «Методы идентификации активного центра ферментов».

*Порядок выполнения задания:*

61. проанализировать и кратко охарактеризовать существующие методы выделения ферментов;
62. проанализировать физико-химический состав предложенного в задании фермента;
63. на основе проведенного анализа обосновать наиболее приемлемый метод выделения фермента;
64. подобрать оптимальную схему определения активного центра.

*Задание 1.* Предложить схему выделения, очистки и анализа трипсина медицинского назначения;

**К практическому занятию по теме:** «Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей.»

*Порядок выполнения задания*

- используя литературные данные и интернет найти сведения о выпуске и производстве, предложенного в задании
- проанализировать получение препаратов, предложенного в задании.

– Проработать по учебной литературе и лекции теоретический материал по способам получения ферментов медицинского назначения

*Задание 1.* Предложить схему получения иммобилизованных полиферментов на основе биodeградируемых носителей

**К практическому занятию по теме:** «Методы исследования иммобилизованных ферментов».

*Порядок выполнения задания:*

- дать характеристику методам иммобилизации;
- на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при иммобилизации;
- на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при хранении;
- на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при термоинактивации;

*Задание 1.* Предложить оптимальную схему получения трипсина иммобилизованного на ДАЦ.

**К практическому занятию по теме:** «Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве»

*Порядок выполнения задания*

1. на основе литературных и интернет-источников дать ферментов и носителей, предложенных в задании.
2. проработать теоретический материал по методам иммобилизации
3. выбрать и обосновать выбор способа применения иммобилизованных ферментов
4. составить принципиальную схему получения нужного препарата.

*Задание 1.* Предложить принципиальную схему получения иммобилизованного препарата для защиты растений.

**К практическому занятию по теме:** «Перспективы развития индустриального биокатализа»

*Порядок выполнения задания*

1. изучить теоретический материал по технологии производства иммобилизованных ферментов
2. на основе изложенного в лекционном курсе теоретического материала определить место ферментов в промышленном биокатализе
3. сделать обоснованный выбор условий получения иммобилизованного фермента
4. составить и обосновать принципиальную схему стадий использования ферментов в индустриальном биокатализе

*Задание 1.* Предложить принципиальную схему получения иммобилизованного фермента для индустриального биокатализа

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примеры вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую.

#### **Разделы 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.**

**Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

*Вариант № 1.* Основной элемент белков. Что такое ферменты? Основные классы ферментов.

*Вариант № 2.* Пептидная связь. Какие методы анализа белков Вы знаете? Биуретовая реакция.

*Вариант № 3.* Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата, (температуры, pH, ингибитора, активатора)?

*Вариант № 4.* Ферментативная активность. Способы ее выражения. От чего она зависит. Синтетические и природные (полимерные) субстраты ферментов.

#### **Разделы 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**

**Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

*Вариант № 1.* Зачем нужна иммобилизация ферментов? Методы иммобилизации ферментов. Носители для иммобилизации ферментов.

*Вариант № 2.* В чем особенности (трудности) определения количества иммобилизованных белков на нерастворимых носителях? Интерферирующее действие модифицированного носителя.

*Вариант № 3.* Какие факторы и как влияют на сохранение ферментативной активности в процессе иммобилизации, хранения или эксплуатации иммобилизованных ферментов?

### **Разделы 5-7. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.**

**Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

*Вариант № 1.* Определение медицинской биотехнологии. Задачи, которые решает медицинская биотехнология. Значение биотехнологии для медицины.

*Вариант № 2.* Что такое адресная доставка лекарств? Приведите примеры технологии получения нанолекарств.

*Вариант № 3.* Применение бионанотехнологии в химическом и иммуноферментном анализе

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой).**

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-7 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

1. Основной элемент белков. Уровни структурной организации белков.
2. Что такое ферменты?
3. Основные классы ферментов.
4. Пептидная связь.
5. Какие методы анализа белков Вы знаете?
6. Биуретовая реакция.
7. В чем особенности (трудности) определения количества иммобилизованных белков на нерастворимых носителях?
7. Интерферирующее действие модифицированного носителя в различных методах анализа иммобилизованного биообъекта.
8. Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата?
9. Какие факторы и как влияют на сохранение ферментативной активности в процессе иммобилизации иммобилизованных ферментов?
10. Зачем нужна иммобилизация ферментов?
11. Методы иммобилизации ферментов.
12. Носители для иммобилизации ферментов, выбор, методы активации.
13. Ферментативная активность. Способы ее выражения. От чего она зависит.
14. Синтетические и природные (полимерные) субстраты ферментов.
15. Методы иммобилизации биообъектов (клетки микроорганизмов, животные или растительные клетки).
16. Особенности иммобилизации клеток микроорганизмов по сравнению с ферментами. 17. Области применения иммобилизованных объектов. Преимущества и недостатки.
18. Получение и использование иммобилизованных ферментов и клеток в промышленности и науки.

19. Реакторы с иммобилизованными препаратами.
20. Типы иммобилизованных биообъектов.
21. Конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии.
22. Определение медицинской энзимологии.
23. Задачи, которые решает медицинская энзимология.
24. Значение энзимологии для медицины.
25. Методы идентификации активного центра ферментов.

**13.2. 26. Источники ферментов. Локализация ферментов в клетке.**

27. Методы выделения и очистки ферментов.
  28. Стабилизация ферментов.
  29. Измерение скорости ферментативных реакций как меры активности ферментов.
  30. Активные центры ферментов. Идентификация аминокислотных остатков в активных центрах: химическая модификация и кинетические методы.
- Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Оценочные средства приведены в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета (8 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Методы энзимологии» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-7 учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

*Пример билета для зачета с оценкой*

|   |  |
|---|--|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии,<br/>_____ В.И.<br/>Панфилов</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>   | <p>14. Министерство науки и высшего образования<br/>РФ</p>   |
|   | <p><b>Российский химико-технологический<br/>университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b></p>                      |
|   | <p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>  |
|   | <p><b>Направление подготовки бакалавров 19.03.01<br/>Биотехнология<br/>Дисциплина «Методы энзимологии»</b></p> |
| <p><b>Билет № 1</b></p>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пептидная связь.</li> <li>2. Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата, (температуры, рН, ингибитора, активатора)?</li> <li>3. Методы иммобилизации ферментов.</li> </ol> |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

## **А. Основная литература**

1. Суясов Н.А., Дудникова Е.А., Хабибулина Н.В., Баурина М.М. Биофизическая химия. Сборник примеров и задач: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2010. - 108 с.
2. Луценко Н.Г., Калёнов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии. В 2-х ч. – Ч. 1 : Курс лекций. – 2-е изд., испр. И доп: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2011. - 156 с.
3. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии. В 2-х ч.– Ч. 2. Информационные материалы к лекциям: Учеб. пособие - Москва: Издательство РХТУ, 2011. - 104 с.
4. Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений. Практикум: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 88 с.
5. Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений: методы выделения и исследования белков: Учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 80 с.
6. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология. - М.: Академия, 2005.- 472 с.
7. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера.-М.: БИНОМ, 2015.-Т.1-3.

### **14.2.2.**

#### **14.2.3. Б. Дополнительная литература**

- 14.2.4. 1. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. – М.: Мир, 1982. – Т. 1 – 3.
2. Березин И. В. и др. Инженерная энзимология. Серия Биотехнология (под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова). Кн. 8 - М.: Высшая школа. 1987.
3. Введение в прикладную энзимологию / Под ред. И.В. Березина, К. Мартинека. – М.: МГУ, 1982. - 385 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

## **9.3. Интернет-ресурсы**

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)

- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
2. банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
3. электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
4. банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы знизмологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине. Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии                                 |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li><li>• <b>OneNote</b></li><li>• <b>Access</b></li><li>• <b>Publisher</b></li></ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно е продление подписки с правом перехода на обновлённую | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. |

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   |   |  | версию<br>продукта)  |  |
| 2 | Micosoft Office<br>Standard 2013  | Контракт<br>№ 62-<br>64ЭА/20<br>13                       | бессрочна<br>я   | Лицензия на ПО,<br>принимающее участие в<br>образовательных<br>процессах.  |
| 3 | O365ProPlusOpe<br>nFelty ShrdSvr<br>ALNG SubsVL<br>OLV E 1Mth<br>Acdmc AP<br>AddOn toOPP<br><br>Приложения в<br>составе<br>подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams | Контракт<br>№ 28-<br>35ЭА/20<br>20 от<br>26.05.202<br>0  | 12<br>месяцев<br>(ежегодно<br>е<br>продлени<br>е<br>подписки<br>с правом<br>перехода<br>на<br>обновлён<br>ную<br>версию<br>продукта) | Лицензия на ПО, не<br>принимающее прямого<br>участия в образовательных<br>процессах<br>(инфраструктурное/вспомо<br>гательное ПО) |
| 4 | Kaspersky<br>Endpoint Security<br>для бизнеса –<br>Стандартный<br>Russian Edition.  | Контракт<br>№ 90-<br>133ЭА/2<br>021 от<br>07.09.202<br>1 | 12<br>месяцев<br>(ежегодно<br>е<br>продлени<br>е<br>подписки<br>с правом<br>перехода<br>на<br>обновлён<br>ную<br>версию<br>продукта) | Лицензия на ПО, не<br>принимающее прямого<br>участия в образовательных<br>процессах<br>(инфраструктурное/вспомо<br>гательное ПО) |
| 5 | ABBYY<br>FineReader 10<br>Professional<br>Edition   | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10      | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на   | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
|    |  |  | рабочих станциях                             |            |
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro    | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra  | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)     | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent  | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на                  | бессрочная |

|  |                        |  |                  |  |
|--|------------------------|--|------------------|--|
|  | Licenses (per License) |  | рабочих станциях |  |
|--|------------------------|--|------------------|--|

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|---|---|
| Раздел 1. Ферменты. Ферментативный катализ. Активный центр ферментов. | <p>Знает: основы энзимологии, строение и функции белковых ферментов; строение и функции активных центров ферментов; основные принципы механизмов ферментативного катализа;</p> <p>Умеет: определять количество белка в пробе, определять ферментативные активности, определять количество активных центров в молекуле фермента;</p> <p>Владеет: методами работы с ферментами; методами определения ферментативной активности; методами определения количества активных центров в молекуле фермента.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (8 семестр)</p> |
| Раздел 2. Носители. Методы активации носителей                        | <p>Знает: носители, используемые для иммобилизации ферментов. требования к носителям. органические и неорганические материалы, используемые для иммобилизации ферментов. Преимущества природных носителей и их недостатки. Методы активации используемых носителей</p> <p>Умеет: подобрать требуемый носитель и метод его активации.</p> <p>Владеет: методами активации носителей, методами определения количества активных групп на носителе, методами блокирования активных групп.</p>                | <p>Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (8 семестр)</p> |
| Раздел 3. Методы иммобилизации ферментов.                             | <p>Знает: методы иммобилизации ферментов и клеток, влияние иммобилизации на состояние фермента.</p> <p>Проблема стабильности иммобилизованных ферментов и пути ее преодоления. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов и клеток.</p> <p>Влияние физико-химических факторов на активность иммобилизованных ферментов.</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (8 семестр)</p> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>Умеет: использовать оптимальные методы иммобилизации фермента на необходимом носителе для получения препарата иммобилизованного фермента, сохраняющего свою биологическую активность на протяжении всего срока эксплуатации и хранения.</p> <p>Владеет: методами иммобилизации ферментов на требуемых носителях, методами определения количестве иммобилизованного белка, методами определения ферментативной активности иммобилизованного препарата, методами моделирования искусственных условий инактивации иммобилизованного препарата.</p>  |   |
| <p>Раздел 4. Свойства иммобилизованных ферментов.</p>            | <p>Знает: Влияние иммобилизации на состояние фермента. Проблема стабильности иммобилизованных ферментов и пути ее преодоления. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов и клеток. Влияние физико-химических факторов на активность иммобилизованных ферментов.</p> <p>Умеет: провести исследование влияния различных физико-химических факторов (температура, рН, состав среды, гамма-облучение и т.п.) на стабильность и свойства иммобилизованного фермента.</p> <p>Владеет: методами определения ферментативной активности иммобилизованных препаратов, методами проведения физико-химических измерений.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (8 семестр)</p> |
| <p>Раздел 5. Методы исследования иммобилизованных ферментов.</p> | <p><b>Знает: Спектроскопические методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм.</b></p> <p>Владеет: методами определения ферментативной активности иммобилизованных препаратов, методами</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №3 (8 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (8 семестр)</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Раздел 6. Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей</p> | <p>Знает: Энзимопатологию. Энзимодиагностику. Энзимотерапию. Терапию воспалительных процессов трипсином и химотрипсином. Тромболитическая терапия фибринолизинем и стрептокиназой. Ферментная терапия вирусных заболеваний РНКазой, ДНКазой. Заместительная терапия пищеварительными ферментами. Терапия гиалуронидазой и коллагеназой. Лечение онкологических заболеваний аспарагиназой. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства иммобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа “контейнер”. Использование липосом в качестве “контейнера”. Применение иммобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии. Перспективные направления развития ферментной терапии. Использование иммобилизованных гидролаз для лечения гнойно-некротических ран. Промышленно выпускаемые отечественные препараты немодифицированных и иммобилизованных ферментов.</p> <p>Умеет: осуществлять процесс в лаборатории; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p>Владеет: методами определения ферментативной активности иммобилизованных препаратов, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №3 (8 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (8 семестр).</p> |
| <p>Раздел 7. Получение и использование иммобили</p>  | <p>Знает: использование ферментов в химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью иммобилизованных ферментов. Ферменты в фармацевтической промышленности. Технологическая схема производства. Ферменты в пищевой промышленности. Использование в пищевой</p>   | <p>Рейтинговая контрольная работа.</p>   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>изованны<br/>х<br/>ферменто<br/>в в<br/>промышл<br/>енности<br/>и<br/>сельском<br/>хозяйств<br/>е.</p> | <p>промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, α-галактозидаз. Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы. Перспективы развития индустриального биокатализа. Использование модифицированных ферментов для защиты от фитопатогенов с/х растений. Принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов.</p> <p>Умеет: методами определения ферментативной активности иммобилизованных препаратов; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p>Владеет: методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> |  |
|---|---|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого

совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;  
– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

1.

2. Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Методы энзимологии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы выделения и очистки биологически активных веществ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена

Д.х.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Красноштановой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## – ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Методы выделения и очистки биологически активных веществ» относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии и общей биотехнологии

**Цель дисциплины** – расширить имеющиеся у студентов знания в области химии природных БАВ и дать теоретические и практические знания по методам и технологиям получения БАВ из растительного, животного и микробного сырья.

**Задачи дисциплины** сводятся к обучению студентов навыкам выделения, очистки, качественного и количественного анализа биологически активных веществ из различных источников сырья, а также приобретению студентами знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений, как в части организации, так и проведения биотехнологических стадий.

Дисциплина «Методы выделения и очистки биологически активных веществ» преподается в 8-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

### 9. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций:

обладать следующими компетенциями: способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4); способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

- номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения препаратов на основе биологически активных веществ;

- методы выделения БАВ из растительного, животного и микробного сырья;

- методы очистки БАВ;

*Уметь:*

- использовать современные методы анализа в оценке качества биологически активных веществ;

- обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств.

*Владеть:*

- методами выделения и очистки БАВ;
- навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |            |           |
|--|------------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр.ч    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>            | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции (Лек)                                   | 0,89                   | 32         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0                      | 0          | 0         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>            | <b>2,11</b>            | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,11                   | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 75,6       | 56,7      |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |            |           |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | +                      | +          | +         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

| № п/п | Раздел дисциплины   | Часов |                                   |            |                                   |                             |                                   |                            |                                   |                               |
|-------|---|-------|-----------------------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|       |   | Всего | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лекци<br>и | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практич<br>еские<br>занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лабора<br>торные<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самосто<br>ятельная<br>работа |
|       | Введение.   | 2     | 0                                 | 1          | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 1                             |
| 1     | Раздел 1. Основные методы выделения биологически активных веществ | 46    | 0                                 | 12         | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 34                            |
| 1.1   | Экстрагирование.  | 7     | 0                                 | 2          | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 5                             |
| 1.2.  | Перегонка с водяным паром.  | 8     | 0                                 | 2          | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 6                             |
| 1.3   | Методы осаждения БАВ из растворов.                                | 8     | 0                                 | 2          | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 6                             |
| 1.4   | Баромембранные методы.  | 9     | 0                                 | 3          | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 6                             |
| 1.5   | Выделение БАВ методом ионного обмена.                             | 9     | 0                                 | 3          | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 6                             |
| 1.6   | Методы получения высокоочищенных препаратов БАВ.                  | 7     | 0                                 | 2          | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 5                             |

|   |  |     |   |    |   |   |   |   |   |    |
|---|--|-----|---|----|---|---|---|---|---|----|
| 2 | Раздел 2. Особенности выделения БАВ из растительного сырья | 29  | 0 | 9  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 3 | Раздел 3. Особенности выделения БАВ из животного сырья     | 30  | 0 | 9  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 |
|   | ИТОГО:   | 108 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 76 |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Понятие о биологически активных веществах. Их классификация и источники получения.

**Раздел 1. Основные методы выделения биологически активных веществ**

### *1.1. Экстрагирование.*

Теоретические основы экстрагирования. Основные факторы, влияющие на полноту и скорость экстрагирования. Требования к экстрагентам. Основные виды экстрагирования (мацерация, перколяция, реперколяция, ускоренная дробная мацерация методом противотока, циркуляционное экстрагирование, непрерывное противоточное экстрагирование с перемешиванием сырья и экстрагента, экстрагирование сжиженными газами). Интенсификация процессов экстрагирования (экстрагирование с помощью роторно-пульсационного аппарата, с применением ультразвука, с применением электрических разрядов, с использованием электроплазмолиза и электродиализа). Технология получения экстрактов.

### *1.2. Перегонка с водяным паром.*

Основные виды сырья для получения эфирных масел методом перегонки с водяным паром. Теоретические основы процесса перегонки с водяным паром. Аппаратурное оформление процесса перегонки. Недостатки процесса получения эфирных масел с помощью перегонки с водяным паром.

### **1.3. Методы осаждения БАВ из растворов.**

Осаждение в изоэлектрической точке. Осаждение органическим растворителем. Высаливание. Комплексообразование.

### **1.4. Баромембранные методы**

Разделение БАВ с помощью мембран (диализ и электролиз, ультрафильтрация, обратный осмос).

### **1.5. Выделение БАВ методом ионного обмена**

Характеристика ионообменных смол, используемых для выделения БАВ. Сорбция по катионообменному и ионообменному механизму. Гидрофобная сорбция.

### **1.6. Методы получения высокоочищенных препаратов БАВ.**

Адсорбционно-хроматографические методы. Гель-фильтрация. Гидрофобная хроматография. Аффинная хроматография. Электрофорез. Кристаллизация.

## **Раздел 2. Особенности выделения БАВ из растительного сырья**

Особенности производства. Выделение индивидуальных БАВ (алкалоидов, флавоноидов, сердечных гликозидов, стероидных сапонинов, слизистых водорастворимых полисахаридов, кумаринов, хромонов).

## **Раздел 3. Особенности выделения БАВ из животного сырья**

Получение биологически активных препаратов из вторичного коллагенсодержащего сырья мясной и птицеперерабатывающей промышленности. Коллагеновые препараты – пищевые добавки, дисперсии для получения пищевых покрытий, пленок; основных и вспомогательных

лекарственных форм для медицины, биологически активных добавок для косметологии. Препараты гиалуроновой кислоты из вторичного сырья птицеперерабатывающей промышленности для медицины и косметологии. Характеристика препаратов, технико-экономическая оценка альтернативных способов получения, преимущества и перспективы методов биотехнологии.

Получение гормональных препаратов. Характеристика гормональных препаратов из поджелудочной железы. Инсулин, липокаин. Методы получения и способы очистки инсулина. Комплексное использование поджелудочной железы.

Получение аминокислот из кератинсодержащего сырья. Глутаминовая кислота, тирозин, цистин, цистеин. Применение в фармакологии, медицине, пищевой и косметической промышленности. Получение хирургического шовного материала из кишечного сырья.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел |   |   |
|---|---|--------|---|---|
|   |   | 1      | 2 | 3 |
|   | <b>Знать:</b>   |        |   |   |
| 1 | номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения препаратов на основе биологически активных веществ                   | +      | + | + |
| 2 | методы выделения БАВ из растительного, животного и микробного сырья   |        | + | + |
| 3 | методы очистки БАВ  | +      |   |   |
|   | <b>Уметь:</b>   |        |   |   |
| 4 | использовать современные методы анализа в оценке качества биологически активных веществ   | +      | + | + |
| 5 | обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств  | +      | + | + |
|   | <b>Владеть</b>  |        |   |   |
| 6 | методами выделения и очистки БАВ  | +      | + | + |
| 7 | навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ   | +      | + | + |
|   | <b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции: обладать</b>  |        |   |   |
| 8 | обладать следующими компетенциями: способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4); | +      | + | + |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| 9 | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); | + | + | + |
|---|--|---|---|---|

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Методы выделения и очистки биологически активных веществ» не предусмотрен.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- подготовку к лабораторным занятиям по курсу;
- проведение расчетов и оформление лабораторного журнала по итогам выполнения лабораторных работ;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

#### Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.

1. Что является критерием при выборе методов разрушения клеточных оболочек?

Чем вызвана необходимость предварительной коагуляции микробных клеток перед фильтрованием?

2. Назовите основные способы концентрирования микробных суспензий. Какие физические принципы лежат в их основе?

3. Почему в процессе экстракции бензилпенициллина бутилацетатом из нативного раствора необходимо строго поддерживать:

- а. значение рН в пределах – 2,8 – 3 ?
- б. значение температуры в пределах 10 – 12<sup>0</sup>С ?

4. Какие основные подходы используются для интенсификации процесса упаривания растворов белковых препаратов?

## **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

1. Какие основные подходы используются для интенсификации процесса ультрафильтрации и диализа растворов белковых препаратов?

2. Почему для процесса высаливания белков нельзя использовать соли тяжелых металлов, например сульфат меди?

3. Почему для высаливания белков из концентрированного раствора нужно меньшее количество соли?

4. Какие требования предъявляются к органическим растворителям, используемым для обратимого высаливания белков.

## **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

1. Почему для высушивания концентрированных белковых растворов используют распылительные сушилки?

2. Для интенсификации процесса сушки в химической технологии часто используют противоточное (встречное) движение горячего воздуха и высушиваемых частиц или капель раствора. Можно ли использовать этот метод для более эффективной сушки белковых препаратов?

3. Как можно уменьшить потери при сушке осадков белков?

4. В каких величинах измеряется активность ферментов и ферментных препаратов?

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой).**

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит два вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

Максимальное количество баллов за *зачет* – 40 баллов.

1. Основные факторы, влияющие на полноту и скорость экстрагирования. Требования к экстрагентам.

2. Основные виды экстрагирования (мацерация, перколяция, реперколяция, ускоренная дробная мацерация методом противотока, циркуляционное экстрагирование, непрерывное противоточное экстрагирование с перемешиванием сырья и экстрагента, экстрагирование сжиженными газами).

3. Интенсификация процессов экстрагирования (экстрагирование с помощью роторно-пульсационного аппарата, с применением ультразвука, с

применением электрических разрядов, с использованием электроплазмолиза и электродиализа). Технология получения экстрактов.

4. Основные виды сырья для получения эфирных масел методом перегонки с водяным паром. Теоретические основы процесса перегонки с водяным паром.

5. Аппаратурное оформление процесса перегонки. Недостатки процесса получения эфирных масел с помощью перегонки с водяным паром.

6. Осаждение в изоэлектрической точке.

7. Осаждение органическим растворителем.

8. Высаливание.

9. Комплексообразование.

10. Разделение БАВ методом диализа

11. Разделение БАВ методом электролиза.

12. Разделение БАВ методом ультрафильтрации.

13. Разделение БАВ методом обратного осмоса.

14. Характеристика ионообменных смол, используемых для выделения БАВ.

15. Сорбция по катионообменному и ионообменному механизму.

16. Гидрофобная сорбция.

17. Адсорбционно-хроматографические методы выделения БАВ.

18. Выделение БАВ методом гель-фильтрации. Г

19. Выделение БАВ методами гидрофобной и аффинной хроматографии.

20. Применение электрофореза для выделения БАВ.

21. Выделение БАВ методом кристаллизации.

22. Особенности выделения БАВ из растительного сырья

23. Выделение алкалоидов.

24. Выделение флавоноидов.

25. Выделение сердечных гликозидов.

26. Выделение стероидных сапонинов.

27. Выделение слизистых водорастворимых полисахаридов.

28. Выделение кумаринов.

29. Выделение хромонов.

30. Получение биологически активных препаратов из вторичного коллагенсодержащего сырья мясной и птицеперерабатывающей промышленности.

31. Области применения препаратов на основе коллагена.

32. Препараты гиалуроновой кислоты из вторичного сырья птицеперерабатывающей промышленности для медицины и косметологии.

33. Получение и характеристика гормональных препаратов из поджелудочной железы.

34. Получение препаратов инсулина. Методы получения и способы очистки инсулина.

35. Комплексное использование поджелудочной железы.

36. Получение аминокислот из кератинсодержащего сырья.

37. Получение глутаминовой кислоты, тирозина, цистина, цистеина.

38. Получение хирургического шовного материала из кишечного сырья.

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* – 40 баллов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (8 семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине «Методы выделения и очистки биологически активных веществ» проводится в 8-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

#### Пример билета для зачета с оценкой.

|   |  |
|---|--|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии<br/>_____ В.И.<br/>Панфилов</p> <p>«__» _____ 20__<br/>г.</p>  | Министерство науки и высшего образования РФ  |
|   | <b>Российский химико-технологический университет</b>   |
|   | <b>имени Д.И. Менделеева</b>   |
|   | <b>Кафедра биотехнологии</b>   |
|   | <b>Направление подготовки<br/>19.03.01 Биотехнология<br/>Дисциплина «Методы выделения и очистки<br/>БАВ»</b> |
| <b>Билет № 1</b>  |  |
| <p>1. Выделение БАВ методами гидрофобной и аффинной хроматографии.<br/>2. Получение препаратов инсулина. Методы получения и способы очистки инсулина.</p> |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 9.1. Рекомендуемая литература.

А) основная

1. Коничев, А. С. Молекулярная биология учеб. для студ. вузов /А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ИЦ "Академия", 2012 - 400 с.
2. Шакир И.В., Красноштанова А.А., Бабусенко Е.С., Парфенова Е.В., Суясов Н.А., Смирнова В.Д. Общая биотехнология. Лабораторный практикум. – учебное пособие РХТУ. – 2007 г. – 120 с.

Б) дополнительная

1. Биотехнология биологически активных веществ. /Под ред. Грачевой И.М. – «Элевар». - 2006. – 456 с.
2. Скоупс, Р. Методы очистки белков / Р. Скоупс. – М. : Мир, 1985.
3. Химическая энзимология / под ред. И. В. Березина, К. Мартиника. – М. : Изд-во МГУ, 1983. – 278 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

#### *Интернет-ресурсы*

- 1) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);

- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muotr.ru/university/departments/uu/e-learning/>

- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 38).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической

и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы выделения и очистки БАВ» проводятся в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Для изучения дисциплины необходимо наличие учебной лаборатории, оборудованной: весами техническими и аналитическими; роторными испарителями; магнитными мешалками различных типов; рН-метрами; сушильными шкафами; ультразвуковыми банями; вакуумными насосами; дистилляторами; оборудованием для хроматографии; оборудованием для электрофореза; ИК-ВИД спектрофотометры, а также библиотеки, имеющей рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Основные механизмы передачи, изменения, восстановления и реализации генетической информации должны быть представлены на настенных плакатах или с использованием демонстрационных средств в формате Microsoft PowerPoint.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

#### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление)   | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |   |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
|   | Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams |   | подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)                                   |  |
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно продлевается подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition  | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License   | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование модулей      | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки |
|---------------------------|--|----------------------------------|
| Раздел 1. Основные методы | Знает: номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения препаратов на основе | Оценка за контрольную работу     |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>выделения биологически активных веществ</p>                    | <p>биологически активных веществ; методы очистки БАВ.<br/>         Умеет: использовать современные методы анализа в оценке качества биологически активных веществ; обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств.<br/>         Владеет: методами выделения и очистки БАВ; навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ.</p>   | <p>№1 (8 семестр)<br/>         Оценка за лабораторный практикум (8 семестр)<br/>         Оценка за зачет (8_ семестр)</p>  |
| <p>Раздел 2. Особенности выделения БАВ из растительного сырья</p> | <p>Знает: номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения препаратов на основе биологически активных веществ; методы выделения БАВ из растительного, животного и микробного сырья<br/>         Умеет: использовать современные методы анализа в оценке качества биологически активных веществ; обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств.<br/>         Владеет: методами выделения и очистки БАВ; навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ.</p>                      | <p>Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр) с оценкой<br/>         Оценка за лабораторный практикум (8 семестр)<br/>         Оценка за зачет с оценкой (8_ семестр)</p> |
| <p>Раздел 3. Особенности выделения БАВ из животного сырья</p>     | <p>Знает: номенклатуру препаратов, химическую природу биологически активных веществ, свойства и аспекты применения препаратов на основе биологически активных веществ; методы выделения БАВ из растительного, животного и микробного сырья; методы очистки БАВ.<br/>         Умеет: использовать современные методы анализа в оценке качества биологически активных веществ; обосновывать выбор метода очистки БАВ исходя из его химической природы и физико-химических свойств.<br/>         Владеет: методами выделения и очистки БАВ; навыками разработки принципиальных схем выделения и очистки БАВ.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр)<br/>         Оценка за лабораторный практикум (8 семестр)<br/>         Оценка за зачет с оценкой (8_ семестр)</p>           |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Методы выделения и очистки биологически активных веществ»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Биотехнология биополимеров»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена

к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии И.В. Шакир

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ  
им.Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина «Биотехнология биополимеров» относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии, биохимии. Основное внимание уделяется биополимерам растительного, животного происхождения и полисахаридам микроорганизмов, а также биополимерам медико-биологического назначения.

**Цель дисциплины** «Биотехнология биополимеров» – ознакомить студентов со строением, свойствами, основных природных биополимеров.

**Задачи дисциплины** - изучение классических и современных технологий получения биополимеров растительного и животного происхождения, основных областей применения и др.; развитие способностей к анализу полученной информации.

Дисциплина «Биотехнология биополимеров» преподается в 7-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 10. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций.

обладать: способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2); способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4); способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);

В результате изучения дисциплины «Биотехнология биополимеров» студент должен:

*знать:*

**8.** основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;

**9.** принципиальную схему биотехнологического производства;

**10.** экономические критерии оптимизации производства;

**11.** основы биотехнологии биополимеров, основные её объекты и методы работы с ними;

**12.** биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;

**13.** закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;

14. методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения;

*уметь:*

59. осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;

60. проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

61. использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;

62. определять параметры сырья и продукции при их сертификации;

63. выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства,

*владеть:*

65. методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;

66. методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;

67. методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;

68. методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

## 11. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |           |           |
|--|------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ               | Ак. ч.    | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2,0</b>       | <b>72</b> | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,89</b>      | <b>32</b> | <b>24</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>0</b>         | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
| Лекции (Лек)   | 0,44             | 16        | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                | 0         | 0         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,44             | 16        | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                | 0         | 0         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,11</b>      | <b>40</b> | <b>30</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 1,11             | 39,8      | 29,85     |
| Контактная самостоятельная работа                      |                  | 0,2       | 0,15      |
| <b>Зачёт</b>   | <b>+</b>         | <b>+</b>  | <b>+</b>  |
| <b>Вид контроля</b>                                    | <b>Зачёт</b>     |           |           |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины                             | Акад. часов |                                   |          |                                      |                   |                                   |                |                                      |                                   |
|--------------|---|-------------|-----------------------------------|----------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
|              |   | Всего       | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лекции   | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практ.<br>Занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лаб.<br>работы | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самост<br>оятель<br>ная<br>работа |
|              | Введение                                      | <b>3</b>    | <b>0</b>                          | <b>1</b> | <b>0</b>                             | <b>1</b>          | <b>0</b>                          | <b>0</b>       | <b>0</b>                             | <b>1</b>                          |
| 1            | Характеристика природных биополимеров         | <b>20</b>   | <b>0</b>                          | <b>4</b> | <b>0</b>                             | <b>4</b>          | <b>0</b>                          | <b>0</b>       | <b>0</b>                             | <b>12</b>                         |
| 2            | Характеристика отдельных групп полисахаридов. | <b>28</b>   | <b>0</b>                          | <b>7</b> | <b>0</b>                             | <b>7</b>          | <b>0</b>                          | <b>0</b>       | <b>0</b>                             | <b>14</b>                         |
| 2.1          | Фитополисахариды.                             | 15          | 0                                 | 4        | 0                                    | 4                 | 0                                 | 0              | 0                                    | 7                                 |
| 2.2          | Зоополисахариды.                              | 13          | 0                                 | 3        | 0                                    | 3                 | 0                                 | 0              | 0                                    | 7                                 |
| 3            | Углеводсодержащие смешанные биополимеры.      | <b>21</b>   | <b>0</b>                          | <b>4</b> | <b>0</b>                             | <b>4</b>          | <b>0</b>                          | <b>0</b>       | <b>0</b>                             | <b>13</b>                         |
| 3.1          | Углеводсодержащие смешанные биополимеры.      | 7           | 0                                 | 2        | 0                                    | 2                 | 0                                 | 0              | 0                                    | 3                                 |
| 3.2          | Полисахариды микроорганизмов.                 | 7           | 0                                 | 1        | 0                                    | 1                 | 0                                 | 0              | 0                                    | 5                                 |
| 3.3          | Биополимеры медико-биологического назначения. | 7           | 0                                 | 1        | 0                                    | 1                 | 0                                 | 0              | 0                                    | 5                                 |

|  |       |    |   |    |   |    |   |   |   |    |
|--|-------|----|---|----|---|----|---|---|---|----|
|  | ИТОГО | 72 | 0 | 16 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 40 |
|--|-------|----|---|----|---|----|---|---|---|----|

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Природные биополимеры и их значение.

### **Раздел 1. Характеристика природных биополимеров**

Основные компоненты растительного сырья. Углеводы. Физические и химические свойства моносахаридов. Современное производство.

Гомо- и гетерополисахариды. Классификация. Распространение в природе, свойства и функции. Способы выделения (экстракция, ультрафильтрация, диализ, хроматография).

**Раздел 2. Характеристика отдельных групп полисахаридов.** Общая характеристика основных компонентов растительного сырья.

**2.1. Фитополисахариды.** Целлюлоза. Строение и свойства, Технологии получения чистой целлюлозы и ее применение. Гемицеллюлозы. Резервные полисахариды растений. Крахмал и инулин. Камеди и слизи. Полисахариды водорослей. Агар и агароза. Альгиновые кислоты.

**2.2. Биополимеры животного происхождения.** Хитин и хитозан. Строение, свойства, современные технологии получения. Гликоген. Мукополисахариды.

### **Раздел 3. Углеводсодержащие смешанные биополимеры.**

**3.1. Гликопротеины и протеогликаны.** Гликопротеины. Белковые компоненты углеводов соединительной ткани (хондроитинсульфаты, гепарин и др.) Групповые вещества крови. Гликолипиды и гликолипопротеиды. Тейхоевые кислоты.

**3.2. Полисахариды микроорганизмов.** Полисахариды клеточной стенки дрожжей. Бактериальные экзополисахариды и их потенциал для биотехнологии. Бактериальная целлюлоза. Технология получения декстрана и его применение. Химическое строение, биосинтез и свойства ксантана, технология получения и применение.

### **3.3. Биополимеры медико-биологического назначения.**

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|---|---|----------|----------|----------|
|   | <b><i>Знать:</i></b>  |          |          |          |
| 1 | основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства. | +        | +        | +        |
| 2 | принципиальную схему биотехнологического производства.  | +        | +        | +        |
|   | экономические критерии оптимизации производства.  | +        | +        | +        |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
|    | основы биотехнологии биополимеров, основные объекты и методы работы с ними.   | + | + | + |
| 3  | биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта. | + | + | + |
| 4  | закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма.  | + | + | + |
| 5  | методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения.  | - | - | + |
|    | <b>уметь:</b>   |   |   |   |
| 6  | осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.  | + | + | + |
| 7  | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.   | + | + | + |
| 8  | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.   | + | + | + |
| 9  | определять параметры сырья и продукции при их сертификации.   | + | + | + |
| 10 | выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.                             | + | + | + |
|    | <b>владеть:</b>   |   |   |   |
| 11 | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции.   | + | + | + |
| 12 | методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.                                 | + | + | + |
| 13 | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.   | + | + | + |
|    | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции: обладать:</b>   |   |   |   |
| 14 | способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2);   | + | + | + |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 15 | способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);    | + | + | + |
| 16 | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); | + | + | + |

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) ЗАНЯТИЯ**

**Примерные темы практических занятий по дисциплине.**

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | 1                    | Основные компоненты растительного сырья. Углеводы. Физические и химические свойства моносахаридов. Современное производство. Гомо- и гетерополисахариды. Классификация. Распространение в природе, свойства и функции. | 2    |
| 2     | 1                    | Способы выделения (экстракция, ультрафильтрация, диализ, хроматография) биополимеров.  | 2    |
| 3     | 2                    | Фитополисахариды. Целлюлоза, строение, свойства и применение. Методы биоконверсии. Гемицеллюлозы. Камеди и слизи. Лигнин.  | 2    |
| 4     | 2                    | Биополимеры водорослей.  | 1    |
| 5     | 2                    | Биополимеры животного происхождения.   | 1    |
| 6     | 3                    | Полисахариды микроорганизмов.  | 1    |
| 7     | 3                    | Биополимеры медико-биологического назначения.  | 1    |
| 8,9   | 3                    | Семинар-конференция, доклады с презентациями по ранее выбранным темам курса.   | 2    |

### **6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

Лабораторные занятия при изучении дисциплины не предусмотрены.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с периодическими изданиями и с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов).

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 100 баллов и составляет по 30 баллов за работы 1-2 и 40 баллов за 3-ю.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 6 баллов за вопрос.**

##### **Вопрос 1.1.**

1. Расположите в порядке возрастания степени полимеризации *Амилоза, крахмал, гемицеллюлозы, целлюлоза*
2. Что общего и в чем отличие в строении и свойствах целлюлозы и гемицеллюлоз?
3. Назовите единственную физическую константу, которая применяется в повседневной практике для характеристики полисахаридов.

##### *Лигнин, гемицеллюлозы, целлюлоза, инулин*

4. Укажите происхождение и основную функцию каждого из полисахаридов из п. 1

##### **Вопрос 1.2**

1. Укажите происхождение и основную функцию каждого из полисахаридов из п. 1
2. Какие продукты образуются при действии минеральных кислот на крахмал?
3. Дайте краткую характеристику структурных полисахаридов растений.
4. Какие продукты образуются при действии минеральных кислот на целлюлозу?

### Вопрос 1.3

1. Назовите область применения каждого из веществ из п.1.
2. Что является основным структурным компонентом пектиновых веществ?
3. Что такое «индекс кристалличности»?
4. Назовите промышленные источники пектиновых веществ.

### Вопрос 1.4

1. Назовите основные компоненты растительного сырья
2. Назовите промышленные источники полифруктозанов.
3. Как доказать, что выделяемый Вами полисахарид является индивидуальным веществом?
4. Что такое «ретроградация растворов»?

### Вопрос 1.5

1. Что такое модифицированная целлюлоза?
1. Дайте определение понятию «полиморфизм».
2. При помощи каких реакций можно различить крахмал, сахарозу и глюкозу?
3. Биологическая роль гликогена.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.**

### Вопрос 2.1

**1. Расположите в порядке возрастания степени полимеризации**

*Хитозан, Хитин, Гепарин, Гиалурионовая кислота*

**2. Расположите в порядке убывания степени полимеризации**

*Хитозан, Хитин, Гепарин, Гиалурионовая кислота*

**3. Расположите в порядке возрастания степени полимеризации**

*Гиалурионовая кислота, Хитозан, Хитин, Гепарин*

**4. Что является структурной единицей хитина?**

### Вопрос 2.2

1. Укажите источник получения и основную функцию хитина.
2. Как проводят деминерализацию сырья при получении хитина
3. Укажите происхождение и основную функцию гиалурионовой кислоты
4. Предложите способ получения хитозана.

### Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.

Проводится в виде конференции. Доклад с презентацией студенты готовят в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Присутствующие на конференции оценивают работы (выступления) своих товарищей, используя оценочный лист. Максимальная оценка -40 баллов.

Примерная тематика:

**1. Современные лекарственные средства на основе полисахаридов микроорганизмов.**

**2. Экзополисахариды молочнокислых бактерий**

**3. Характеристика природных биополимеров.**

**4. Фитополисахариды и лекарственные средства на их основе**

### **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 9.1. Рекомендуемая литература.

1. Биополимеры. Пер.с япон./Оои Т.,Онари С. и др., под ред. Ю.Юманиси.-М.:Мир,1988.-544с.
2. Биохимия растительного сырья. В.Г. Щербаков., В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова и др.- М.:Колос,1999.-376 с.
3. Бутова С.Н. Биотехнологическая деградация отходов растительного сырья.-М.: 2004.- 320 с.
4. Ленинджер А. Биохимия.-М.: Мир,1976.957с.
5. Кочетков Н.К. Химия углеводов.-1967,673 с.
6. Кретович В.Л. Биохимия растений.- М.: Высшая школа, 1986, -503с.
7. Сеницын А.П., Гусаков А.В., Черноглазов В.М. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов.-М.:Изд-во МГУ, 1995,- 224 с.
8. Кислухина О.В., Кюдулас И. Биотехнологические основы переработки растительного сырья. Каунас, Изд-во «Технология»,1997,-183с.
9. Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение. Под.ред. К.Г. Скрыбина.-М.:Наука,2002,-365с.
10. М.И. Штильман Полимеры медико-биологического назначения. - М.: ИКЦ Академкнига, 2006,-399с.
11. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов. М:ДелиПринт,2000,255 с.
12. Шакир И.В., Гордиенко М.Г., Баурин Д.В., Кареткин Б.А., Грошева В.Д., Панфилов В.И. Биополимеры растений. Биоконверсия первичного и вторичного растительного сырья: учебное пособие – М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016.-180 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

компьютерные презентации интерактивных лекций – 8 , (общее число слайдов – 130);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);

- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muotr.ru/university/departments/uu/e-learning/>

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 72).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной

системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Биотехнология биополимеров» проводятся в форме лекций, практических занятий (семинаров) и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; образцы некоторых биополимеров.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты основных производителей.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>InfoPath</b></p> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно с продлением подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                               | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8 | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro              | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
|    |  |  | рабочих станциях                             |            |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование модулей                            | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки            |
|---|--|---|
| Раздел 1. Характеристика природных биополимеров | <p><b>Знает:</b> основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы биотехнологии биополимеров, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.</p> <p><b>Умеет:</b> выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта,</p> | Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр) |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><b>Владеет:</b> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p>  |  |
| <p>Раздел 2. Характеристика отдельных групп полисахаридов</p> | <p><b>Знает:</b> основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы биотехнологии биополимеров, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения;</p> <p><b>Умеет:</b> осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><b>Владеет:</b> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр)</p> |
| <p>Раздел 3. Углеводсодержащие смешанные</p>                  | <p><b>Знает:</b> основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки</p>   | <p>Оценка за контрольную</p>                       |

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| е<br>биополиме<br>ры.<br>Полисахар<br>иды<br>микроорга<br>низмов. | <p>эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы биотехнологии биопомеров, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения.</p> <p><b>Умеет:</b> осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><b>Владеет:</b> методами конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | работу №3 (7 семестр) |
|---|--|-----------------------|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого

совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;  
– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Биотехнология биополимеров»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение**

**высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ ЭНЗИМОЛОГИИ»**

**Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена:  
д.т.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Беловым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) - бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы энзимологии» относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, биофизической химии, основ биокинетики.

**Основы энзимологии** – это научно-техническое направление биотехнологии, в котором удачно сочетаются самые современные достижения биохимии, молекулярной биологии, энзимологии и химической технологии. Основы энзимологии — это отрасль биотехнологии, базирующаяся на исследовании свойств ферментов (или ферментных систем) в изолированном состоянии или в составе живых клеток. Биообъект здесь - фермент (или комплекс ферментов). Методы, используемые в энзимологии, можно подразделить на три группы: первые относятся к выделению ферментов в чистом виде, вторые связаны с изучением механизмов катализа и кинетики ферментативных реакций, а третьи – с изучением структуры ферментов.

**Цель дисциплины:** освоение студентами основных принципов и теоретических положений энзимологии; формирование у студентов понимания особенностей биотехнологических процессов с участием ферментов; освоение методов анализа и исследования свойств ферментов.

Программа включает следующие разделы: структурно-функциональные особенности биокатализа, ферменты в экстремальных условиях, методы определения ферментативной активности, методы исследования ферментов.

К **задачам** изучения дисциплины следует отнести приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений как в части проведения биотехнологических исследований систем с участием ферментов, так и в части обеспечения проведения мероприятий при проведении биохимической аналитической работе, участие в диагностике и экспертизе, сертификации продуктов энзиматического производства.

Энзимология является основой всех биологических дисциплин, поскольку все процессы жизнедеятельности протекают с участием ферментов и ферментативных систем. Первоначально являющаяся разделом биохимии, энзимология в настоящее время – самостоятельная наука, оказывающая влияние на получение фундаментальных знаний в различных областях биологии. Ферменты широко применяются в промышленности, биотехнологических процессах, медицине, сельском хозяйстве.

Бакалавр-биотехнолог должен иметь представление о ферментах как эффективных и специфичных биокатализаторах, их свойствах, организации внутри клетки и регуляции ферментативной активности на разных уровнях.

Дисциплина «Основы энзимологии» преподается в 7-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

*обладать:*

- способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2);

- способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);

- способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);

В результате изучения дисциплины «Основы энзимологии» студент должен:

*знать:*

15. фундаментальную роль ферментов в обмене веществ и энергии, молекулярных механизмах наследственности, регуляции и интеграции метаболических процессов в живых организмах;

16. строение ферментов;

17. простые и сложные ферменты;

18. механизм ферментативной реакции;

19. кинетика ферментативных реакций;

20. методы выделения и очистки ферментов;

21. основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток;

22. регуляция ферментативной активности;

23. применение ферментов.

*уметь:*

64. применять приемы номенклатуры ферментов;

65. давать характеристику важнейшим из них;

66. проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

67. использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации ферментсодержащего сырья и продукции;

68. определять параметры ферментсодержащего сырья и продукции при их сертификации;

*владеть:*

69. приемами и навыками работы с ферментами;

70. методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств ферментов;

71. методами анализа ферментативной активности;

72. методами анализа белков;

73. методами планирования, проведения и обработки энзимологических экспериментов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |           |           |
|--|------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2,0</b>       | <b>72</b> | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,89</b>      | <b>32</b> | <b>24</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     |                  |           |           |
| Лекции (Лек)   | 0,44             | 16        | 12        |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     |                  |           |           |

|  |                       |              |           |
|--|-----------------------|--------------|-----------|
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,<br>4<br>4          | 16           | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки  |                       |              |           |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>          | <b>1,<br/>1<br/>1</b> | <b>40</b>    | <b>30</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,                    | 39,8         | 29,85     |
| Контактная самостоятельная работа            | 1<br>1<br>1           | 0,2          | 0,15      |
| <b>Зачёт</b>                                 | <b>+</b>              | <b>+</b>     | <b>+</b>  |
| <b>Вид контроля</b>                          |                       | <b>Зачёт</b> |           |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины   | Акад. часов |                                |           |                                   |                   |                                |                |                                   |                               |
|----------|---|-------------|--------------------------------|-----------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|          |   | Всего       | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Лекции    | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практ.<br>Занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Лаб.<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самосто<br>ятельная<br>работа |
|          | Введение. Основные понятия энзимологии: фермент, кофермент, субстрат, ингибитор, активатор, активный центр. | <b>18</b>   | <b>0</b>                       | <b>4</b>  | <b>0</b>                          | <b>4</b>          | <b>0</b>                       | <b>0</b>       | <b>0</b>                          | <b>10</b>                     |
| 1        | Модуль 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Активные центры ферментов.                     | <b>18</b>   | <b>0</b>                       | <b>4</b>  | <b>0</b>                          | <b>4</b>          | <b>0</b>                       | <b>0</b>       | <b>0</b>                          | <b>10</b>                     |
| 2        | Модуль 2. Основные принципы выделения и очистки ферментов.  | 18          | 0                              | 4         | 0                                 | 4                 | 0                              | 0              | 0                                 | 10                            |
| 3        | Модуль 3. Исследование каталитических свойств ферментов.  | 18          | 0                              | 4         | 0                                 | 4                 | 0                              | 0              | 0                                 | 10                            |
|          | <b>ИТОГО</b>  | <b>72</b>   | <b>0</b>                       | <b>16</b> | <b>0</b>                          | <b>16</b>         | <b>0</b>                       | <b>0</b>       | <b>0</b>                          | <b>40</b>                     |

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Основные понятия энзимологии: фермент, кофермент, субстрат, ингибитор, активатор, активный центр, простетические группы и кофакторы. Отличие ферментов от небιологических катализаторов. Номенклатура и классификация ферментов. Шесть классов ферментов.

**Раздел 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Активные центры ферментов.** Структура ферментов. Первичная структура белков и методы ее определения. Вторичная, третичная и четвертичная структуры и их роль в функционировании ферментов. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Активные центры ферментов. Механизмы действия ферментов. Идентификации аминокислотных остатков в активных центрах: химическая модификация и кинетические методы.

#### **Раздел 2. Основные принципы выделения и очистки ферментов.**

Критерии чистоты ферментов. Хранение очищенных ферментов. Измерение скорости ферментативных реакций как меры активности ферментов. Различные способы выражения активности ферментов. Различные способы выражения активности ферментов. Удельная и молекулярная активность, число оборотов. Измерение скорости ферментативных реакций как меры активности ферментов. Спектрофотометрические и флуоресцентные методы. Электродные и поляриметрические методы. Манометрические методы. Использование колориметрических и хроматографических методов.

**2.1. Раздел 3. Исследование каталитических свойств ферментов. Общие правила работы с ферментами. Методы определения ферментативной активности. Отбор проб и непрерывные методы. Спектроскопические методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Эмпирические правила. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Эмпирические правила. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм. Эмпирические правила.**

#### 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|---|--|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>  |          |          |          |
| 1 | - фундаментальную роль ферментов в обмене веществ и энергии, молекулярных механизмах наследственности, регуляции и интеграции метаболических процессов в живых организмах; | +        |          | +        |
| 2 | - строение ферментов;  | +        |          | +        |
| 3 | - простые и сложные ферменты;  | +        |          |          |
| 4 | - механизм ферментативной реакции;   |          | +        |          |
| 5 | - кинетика ферментативных реакций;   |          | +        |          |
| 6 | - методы выделения и очистки ферментов;  |          | +        |          |
| 7 | - основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток; регуляция ферментативной активности;  | +        | +        | +        |
| 8 | - применение ферментов.  |          |          | +        |

| <i>Уметь:</i>  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| 9  | - применять приемы номенклатуры ферментов;   | + | + |   |
| 10   | - давать характеристику важнейшим из них;  | + | + | + |
| 11   | - проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;  | + |   |   |
| 12   | - использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации ферментсодержащего сырья и продукции;   | + |   | + |
| 13   | - определять параметры ферментсодержащего сырья и продукции при их сертификации;   | + | + |   |
| <i>Владеть</i>   |  |   |   |   |
| 14   | - приемами и навыками работы с ферментами;   |   | + |   |
| 15   | - методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств ферментов;                                  | + | + |   |
| 16   | - методами анализа ферментативной активности;  | + |   | + |
| 17   | - методами анализа белков;   | + | + | + |
| 18   | - методами планирования, проведения и обработки энзимологических экспериментов.  |   |   |   |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции: обладать</b> |  |   |   |   |
| 19   | способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2);  | + | + | + |
| 20   | способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);   | + | + | + |
| 21   | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); | + | + |   |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| Модуль | Темы практических (семинарских) занятий  | Часы |
|--------|--|------|
| 1      | Основные понятия энзимологии   | 1    |
| 1      | Строение белков. Активный центр.   | 2    |
| 1      | Выбор оптимальных методов идентификации аминокислот.   | 1    |
| 2      | Использование индивидуальных органических растворителей в качестве осадителей и средств очистки фермента | 0,5  |
| 2      | Основные методы определения ферментативной активности. Недостатки кинетического метода                   | 0,5  |

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 2 | Кислотно-основной катализ ферментами. Отличия от неорганического  | 1   |
| 2 | Нуклеофильный катализ ферментами  | 1   |
| 2 | Основные схемы катализа ферментами. В чем отличия.  | 1   |
| 3 | Преимущества и недостатки при исследовании ферментов методами адсорбционной спектроскопии                         | 0,2 |
| 3 | Сравнительный анализ природных и синтетических субстратов, используемых для определения ферментативной активности | 1,0 |
| 3 | Сравнительный анализ методов применения ИК, ЯМР и спектров КР в исследовании свойств ферментов                    | 1,0 |
| 3 | Расчет термоинактивации ферментов используя спектры КР и УФ.  | 0,3 |
| 3 | Эмпирические правила адсорбционной спектроскопии белков   | 1,0 |
| 3 | Адресная доставка ферментов.  | 0,5 |

## 6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторные занятия при изучении дисциплины не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Основы энзимологии» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 40 час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины, выполнение домашних заданий и подготовку к практическим занятиям по приведенным ниже заданиям.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

1. регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
2. подготовку к практическим занятиям с использованием кейс-технологий, технологий SORT;
3. подготовку к сдаче экзамена по курсу.

Материалы заданий для самостоятельной работы приведены ниже.

### 7.1. Примеры заданий для проведения дискуссии с использованием технологии SORT «Шесть шляп мышления»

**Тема: «Технология получения (очистки) ферментов»**

*Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)*

3. Что представляют собой ферменты?
4. Для чего нужны ферменты?
5. Являются ли ферменты белками?
6. Как влияют ферменты на окружающую среду?
7. Как проверяют ферменты на активность?
8. Какие реальные опасности могут нести ферменты?

*Белая шляпа (сбор фактов)*

Мировое производство ферментов

Риски использования ферментов

Контроль качества ферментов

*Желтая шляпа*

Преимущества использования ферментов

*Черная шляпа*

Недостатки использования ферментов

*Красная шляпа*

Выражение эмоционального отношения к проблеме

*Зеленая шляпа*

Предложить способы повышения эффективности и безопасности использования ферментов

## **7.2. Примеры заданий к практическим занятиям по применению кейс-технологии**

***К практическому занятию по теме:*** «Свойства ферментов».

*Порядок выполнения задания:*

69. охарактеризовать физико-химический состав используемого сырья при получении ферментов;

70. предложить наиболее приемлемый способ выделения ферментов;

71. охарактеризовать химические, биохимические, физические свойства фермента;

72. охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта;

73. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки метода: условия хранения; количество активатора; условия очистки;

74. на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант иммобилизации, обосновать при необходимости отсутствие стадии стерилизации готовой формы.

*Задание 1.* Производство препарата трипсина из поджелудочной железы КРС

***К практическому занятию по теме:*** «Методы идентификации активного центра ферментов».

*Порядок выполнения задания:*

74. проанализировать и кратко охарактеризовать существующие методы выделения ферментов;

75. проанализировать физико-химический состав предложенного в задании фермента;

76. на основе проведенного анализа обосновать наиболее приемлемый метод выделения фермента;

77. подобрать оптимальную схему определения активного центра.

*Задание 1.* Предложить схему выделения, очистки и анализа трипсина медицинского назначения;

***К практическому занятию по теме:*** «Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей.»

*Порядок выполнения задания*

– используя литературные данные и интернет найти сведения о выпуске и производстве, предложенного в задании

– проанализировать получение препаратов, предложенного в задании.

– Проработать по учебной литературе и лекции теоретический материал по способам получения ферментов медицинского назначения

*Задание 1.* Предложить схему получения иммобилизованных полиферментов на основе биодеградируемых носителей

***К практическому занятию по теме:*** «Методы исследования ферментов».

*Порядок выполнения задания:*

– дать характеристику методам определения активности ферментов;

– на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при иммобилизации;

– на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при хранении;

– на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при термоинактивации;

*Задание 1.* Предложить оптимальную схему получения трипсина, иммобилизованного на ДАЦ.

**К практическому занятию по теме:** «Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве»

*Порядок выполнения задания*

5. на основе литературных и интернет-источников дать ферментов и носителей, предложенных в задании.

6. проработать теоретический материал по методам иммобилизации

7. выбрать и обосновать выбор способа применения иммобилизованных ферментов

8. составить принципиальную схему получения нужного препарата.

*Задание 1.* Предложить принципиальную схему получения иммобилизованного препарата для защиты растений.

**К практическому занятию по теме:** «Перспективы развития индустриального биокатализа»

*Порядок выполнения задания*

5. изучить теоретический материал по технологии производства иммобилизованных ферментов

6. на основе изложенного в лекционном курсе теоретического материала определить место ферментов в промышленном биокатализе

7. сделать обоснованный выбор условий получения иммобилизованного фермента

8. составить и обосновать принципиальную схему стадий использования ферментов в индустриальном биокатализе

*Задание 1.* Предложить принципиальную схему получения иммобилизованного фермента для индустриального биокатализа

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 30 баллов за 1-2 и 40 баллов за 3-ю.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка 30 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос по 20 баллов.**

*Вариант № 1.* Основной элемент белков. Что такое ферменты? Основные классы ферментов.

*Вариант № 2.* Пептидная связь. Какие методы анализа белков Вы знаете? Биуретовая реакция.

*Вариант № 3.* Как зависит скорость ферментативной реакции от концентрации субстрата, (температуры, pH, ингибитора, активатора)?

*Вариант № 4.* Ферментативная активность. Способы ее выражения. От чего она зависит. Синтетические и природные (полимерные) субстраты ферментов.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 30 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос по 20 баллов.**

*Вариант № 1.* Зачем нужна иммобилизация ферментов? Методы иммобилизации ферментов. Носители для иммобилизации ферментов.

*Вариант № 2.* В чем особенности (трудности) определения количества иммобилизованных белков на нерастворимых носителях? Интерферирующее действие модифицированного носителя.

*Вариант № 3.* Какие факторы и как влияют на сохранение ферментативной активности в процессе иммобилизации, хранения или эксплуатации иммобилизованных ферментов?

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка 40 баллов. Контрольная работа содержит один творческий вопрос по 40 баллов.**

*Вариант № 1.* Определение медицинской биотехнологии. Задачи, которые решает медицинская биотехнология. Значение биотехнологии для медицины.

*Вариант № 2.* Что такое адресная доставка лекарств? Приведите примеры технологии получения нанолечств.

*Вариант № 3.* Применение бионанотехнологии в химическом и иммуноферментном анализе

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### ***А. Основная литература***

8. Суясов Н.А., Дудникова Е.А., Хабибулина Н.В., Баурина М.М. Биофизическая химия. Сборник примеров и задач: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2010. - 108 с.

9. Луценко Н.Г., Калёнов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии. В 2-х ч. – Ч. 1 : Курс лекций. – 2-е изд., испр. И доп: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2011. - 156 с.

10. Луценко Н.Г., Каленов С.В., Белодед А.В. Начала биохимии. В 2-х ч.– Ч. 2. Информационные материалы к лекциям: Учеб. пособие - Москва: Издательство РХТУ, 2011. - 104 с.

11. Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений. Практикум: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 88 с.

12. Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений: методы выделения и исследования белков: Учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 80 с.

13. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология. - М.: Академия, 2005.- 472 с.

14. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера.-М.: БИНОМ, 2015.-Т.1-3.

#### **8.2.2.**

#### ***8.2.3. Б. Дополнительная литература***

8.2.4. 1. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. – М.: Мир, 1982. – Т. 1 – 3.

2. Березин И. В. и др. Инженерная энзимология. Серия Биотехнология (под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова). Кн. 8 - М.: Высшая школа. 1987.

3. Введение в прикладную энзимологию / Под ред. И.В. Березина, К. Мартиника. – М.: МГУ, 1982. - 385 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12.) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13.) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

5. компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 130);
6. банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
7. электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
8. банк заданий для самостоятельной работы и практических занятий (общее число заданий – 35)

### 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы энзимологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### 11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии                                 |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG   | Контракт № 28-                        | 12 месяцев   | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия                   |

|   |  |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
|   | SubsVL OLV E<br>1Mth Acdmc AP<br>AddOn toOPP<br><br>Приложения в<br>составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams | 35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020                        | (ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода<br>на<br>обновлённую<br>версию<br>продукта)               | в образовательных процессах<br>(инфраструктурное/вспомогательное ПО)  |
| 4 | Kaspersky Endpoint<br>Security для<br>бизнеса –<br>Стандартный<br>Russian Edition.   | Контракт<br>№ 90-<br>133ЭА/202<br>1 от<br>07.09.2021 | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода<br>на<br>обновлённую<br>версию<br>продукта) | Лицензия на ПО, не<br>принимающее прямого участия<br>в образовательных процессах<br>(инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader<br>10 Professional<br>Edition   | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/201<br>0 от<br>14.12.10  | 1 лицензия<br>для<br>активации<br>на рабочих<br>станциях  | бессрочная  |
| 6 | CorelDRAW<br>Graphics Suite X5<br>Education License  | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/201<br>0 от<br>14.12.10  | 1 лицензия<br>для<br>активации<br>на рабочих<br>станциях  | бессрочная  |
| 7 | Программа<br>обработки<br>экспериментальных<br>данных BioOffice<br>ultra   | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/201<br>0 от<br>14.12.10  | 1 лицензия<br>для<br>активации<br>на рабочих<br>станциях  | бессрочная  |
| 8 | Программа<br>обработки<br>экспериментальных<br>данных Chemdraw<br>pro  | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/201<br>0 от<br>14.12.10  | 1 лицензия<br>для<br>активации<br>на рабочих<br>станциях  | бессрочная  |
| 9 | Программа<br>обработки<br>экспериментальных<br>данных Chemdraw<br>ultra  | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/201<br>0 от<br>14.12.10  |   | бессрочная  |

|    |  |                                       |  |            |
|----|--|---------------------------------------|--|------------|
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|--|---|
| Раздел 1. Ферменты. Ферментативный катализ. Активный центр ферментов. | Знает: основы энзимологии, строение и функции белковых ферментов; строение и функции активных центров ферментов; основные принципы механизмов ферментативного катализа;<br>Умеет: определять количество белка в пробе, определять ферментативные активности, определять количество активных центров в молекуле фермента;<br>Владеет: методами работы с ферментами; методами определения ферментативной активности; методами определения количества активных центров в молекуле фермента. | Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр)                                 |
| Раздел 2. Основные принципы выделения и очистки ферментов.            | Знает: основы химии белка<br>Владеет: методами работы с ферментами; методами определения ферментативной активности; методами определения количества активных центров в молекуле фермента.  | Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр)                                 |
| Раздел 3. Исследование каталитических свойств ферментов.              | <b>Знает: Спектроскопические методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм.</b><br>Умеет:<br>Владеет: методами определения ферментативной активности, методами работы с ферментами;  | Оценка за контрольную работу №3 (8 семестр)<br>Оценка за зачет (8 семестр). |

## 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

9. Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Основы энзимологии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Введение в биотехнологию»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена  
к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии Н.А. Суясовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Введение в биотехнологию» относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биологии и органической химии.

**Цель дисциплины** – первоначальное ознакомление студентов с областью знаний биотехнология.

**В задачи дисциплины** входит показать основные достижения и перспективы развития биотехнологии в различных отраслях деятельности, дать обобщенную схему биотехнологического процесса и обозначить особенности биотехнологического подхода в традиционных и новых производственных процессах.

Дисциплина «Введение в биотехнологию» преподается в 1-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

### 2. Профессиональные

готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);

владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

- основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
- важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- методы культивирования;
- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.

*уметь:*

- понимать сущность процессов, протекающих в живых организмах и закономерностей взаимодействия организма с окружающей средой;
- подбирать аппараты, для осуществления того или иного способа культивирования;

*владеть:*

- знаниями о биотехнологии и применять их при изучении специальных дисциплин;
- навыками по планированию и проведению экспериментов для оценки пригодности микроорганизмов для осуществления биотехнологического процесса;
- навыками работы с научной, научно-технической и патентной литературой.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |            |            |
|--|------------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ                     | Ак. ч      | Астр. ч    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4,0</b>             | <b>144</b> | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,33</b>            | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     |                        |            |            |
| Лекции (Лек)   | 0,44                   | 16         | 12         |
| в том числе в форме практической подготовки            |                        |            |            |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,89                   | 32         | 32         |
| в том числе в форме практической подготовки            |                        |            |            |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>2,67</b>            | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                        | 95,6       | 71,7       |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,67                   | 0,4        | 0,3        |
| <b>Зачёт с оценкой</b>                                 | <b>+</b>               | <b>+</b>   | <b>+</b>   |
| <b>Вид контроля</b>                                    | <b>зачёт с оценкой</b> |            |            |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/<br>п | Раздел<br>дисциплины   | Академ. часов |                                   |            |                                   |                                     |                                   |                                    |                                   |                               |
|--------------|--|---------------|-----------------------------------|------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|              |  | Всего         | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лекци<br>и | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практ<br>ически<br>е<br>заняти<br>я | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лабор<br>аторн<br>ые<br>работ<br>ы | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самосто<br>ятельная<br>работа |
| 1            | <b>Методы биотехнологии</b>                                  | 44            | 0                                 | 6          | 0                                 | 10                                  | 0                                 | 0                                  | 0                                 | 28                            |
| 2            | <b>Принципиальная схема биотехнологического производства</b> | 45            | 0                                 | 5          | 0                                 | 10                                  | 0                                 | 0                                  | 0                                 | 30                            |
| 3            | <b>Основные направления современной биотехнологии</b>        | 43            | 0                                 | 5          | 0                                 | 12                                  | 0                                 | 0                                  | 0                                 | 26                            |
|              | <b>Подготовка к зачету с оценкой</b>                         | 12            | 0                                 | 0          | 0                                 | 0                                   | 0                                 | 0                                  | 0                                 | 12                            |
|              | <b>ИТОГО</b>   | 144           | 0                                 | 16         | 0                                 | 32                                  | 0                                 | 0                                  |                                   | 96                            |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Методы биотехнологии.

Современное состояние и перспективы развития биотехнологии. Предмет биотехнологии. Характеристика различных видов биотехнологической продукции (мировой объем производства в натуральном и денежном выражении) и ее основные потребители.

Характеристика одноклеточных организмов и клеток животных и растений как объектов биотехнологии. Промышленные штаммы и требования к ним. Выделение и селекция микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ. Методические подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов. Характеристика мутантных клеток и особенности их использования. Методы конструирования продуцентов биологически активных веществ: селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология.

Сырьевая база биотехнологии.

Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека, получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве. Особенности иммобилизации биообъектов и их применение в биотехнологии.

### Раздел 2. Принципиальная схема биотехнологического производства.

Требования, предъявляемые к питательным субстратам, используемым в биотехнологических процессах. Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии: требования к составу и качеству, принципы подбора.

Подготовительные стадии. Организация биотехнологической стадии. Классификация процессов ферментации.

Связь между ростом и продуктивностью. Продукты первой и второй фазы роста. Преимущества и недостатки периодического и непрерывного культивирования. Основные параметры роста продуцентов. Хемостатное культивирование. Иммобилизация. Особенности культивирования клеток животных. Суспензионные и каллусные культуры растительных клеток.

Типовые технологические приемы и аппаратное оформление стадий культивирования (биосинтеза), поддержания асептических условий, температуры, pH среды и др. параметров процесса на требуемом уровне, тепло- и массообмена; стадий выделения и очистки продуктов биосинтеза. Внутриклеточные и внеклеточные продукты. Отделение клеток от культуральной жидкости. Способы разрушения клеток.

Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам, надежности процесса, охраны окружающей среды, контроля и безопасных условий эксплуатации. Вспомогательные стадии технологического процесса и их роль в биотехнологическом производстве.

Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

### Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии

Экологическая биотехнология. Характеристика проблем охраны и восстановления окружающей среды с точки зрения использования биологических методов. Аэробные процессы очистки воздуха и воды. Анаэробные процессы переработки органических отходов, характеристика и применение биогаза.

**Сельскохозяйственная биотехнология.** Типовая схема получения препаратов кормового назначения: концентратов витаминов, антибиотиков кормового назначения. Производство премиксов. Производство микробных препаратов для растениеводства: для защиты растений от вредных насекомых; антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы; бактериальных удобрений; стимуляторов роста растений гормональной природы.

**Пищевая биотехнология.** Концепция рационального и сбалансированного питания. Продукция микробиологического синтеза для пищевой промышленности: продукты белковой, липидной и углеводной природы, препараты биологически активных добавок, содержащих смеси аминокислот, пептидов, витаминов и микроэлементов; пищевкусковые добавки; концентраты и изоляты белковых веществ; производство подсластителей-заменителей сахара; производство консервантов (низина).

**Медицинская биотехнология.** Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии. Основные задачи, которые решает медицинская биотехнология. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов.

**Бионанотехнология.** Предмет и инструментарий бионанотехнологии, общая характеристика, история развития, основные научные направления. Место бионанотехнологии среди наук естественного профиля. Устройства микро- и нанобиомеханики, в том числе молекулярные моторы, нанороботы, биочипы, наносенсоры.

**Биотехнология в легкой промышленности.** Использование ферментов при подготовке текстильных материалов. Полиферментные композиции в процессах очистки хлопчатобумажных и льняных тканей. Использование целлюлаз в подготовке целлюлозных текстильных материалов. Ферменты для синтетических моющих средств. Технологии, использующие ферменты, в процессах отделки кожи и меха.

**Биогеотехнология и биоэнергетика.** Понятие о биогеотехнологии. Краткая характеристика основных процессов биогеотехнологии: бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов и неметаллов. Методы борьбы с метаном в шахтах. Утилизация углекислоты с помощью микроорганизмов. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел |   |   |
|---|---|--------|---|---|
|   |   | 1      | 2 | 3 |
|   | <b><i>Знать:</i></b>  |        |   |   |
| 1 | основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними  | +      |   |   |
| 2 | принципиальную схему биотехнологического производства   |        | + |   |
| 3 | методы культивирования  |        | + |   |
| 4 | основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства |        | + |   |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| 5  | важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии                    |   |   | + |
| 6  | роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности             |   |   | + |
| <b>Уметь:</b>  |   |   |   |   |
|  | понимать сущность процессов, протекающих в живых организмах и закономерностей взаимодействия организма с окружающей средой                | + | + |   |
| 7  | подбирать аппараты, для осуществления того или иного способа культивирования  |   |   | + |
| <b>Владеть</b>   |   |   |   |   |
| 8  | знаниями о биотехнологии и применять их при изучении специальных дисциплин  | + |   |   |
| 9  | навыками по планированию и проведению экспериментов для оценки пригодности микроорганизмов для осуществления биотехнологического процесса |   | + |   |
| 10   | навыками работы с научной, научно-технической и патентной литературой   |   | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции: обладать</b> |   |   |   |   |
| 11   | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);                          | + | + | + |
| 12   | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);  | + |   |   |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий                    | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | 1                    | Современное состояние и перспективы развития биотехнологии | 1    |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 2  | 1 | Характеристика одноклеточных организмов как объектов биотехнологии, клеток животных и растений как объектов биотехнологии  | 1 |
| 3  | 1 | Методы конструирования продуцентов биологически активных веществ: селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология | 1 |
| 4  | 1 | Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений и животных          | 2 |
| 5  | 1 | Получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве              | 1 |
| 6  | 2 | Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии   | 1 |
| 7  | 2 | Подготовительные стадии биотехнологического производства   | 1 |
| 8  | 2 | Организация биотехнологической стадии. Классификация процессов ферментации   | 1 |
| 9  | 2 | Основные параметры роста продуцентов   | 1 |
| 10 | 2 | Стадии выделения и очистки продуктов биосинтеза  | 1 |
| 11 | 3 | Экологическая биотехнология  | 1 |
| 12 | 3 | Сельскохозяйственная биотехнология   | 1 |
| 13 | 3 | Пищевая биотехнология  | 1 |
| 14 | 3 | Медицинская биотехнология. Бионанотехнология   | 1 |
| 15 | 3 | Биогеотехнология и биоэнергетика   | 1 |

## 6.2. Лабораторные занятия

Проведение лабораторных работ в рамках дисциплины «Введение в биотехнологию» не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;

- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 20 баллов за каждую работу.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 1.1.**

Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.

#### **Вопрос 1.2.**

Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

#### **Вариант 2.1.**

Подготовительные стадии биотехнологического производства.

**Вариант 2.2.** Типовые технологические приемы и аппаратурное оформление способов поддержания температуры, рН среды.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 3.1.**

Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

### Вопрос 3.2 Концентраты и изоляты белковых веществ.

## 8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1-й семестр – зачет)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит два вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.
2. Предмет биотехнологии.
3. Характеристика различных видов биотехнологической продукции и ее основные потребители.
4. Характеристика одноклеточных организмов как объектов биотехнологии.
5. Характеристика клеток животных и растений как объектов биотехнологии.
6. Промышленные штаммы и требования к ним.
7. Выделение и селекция микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ.
8. Методические подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов.
9. Характеристика мутантных клеток и особенности их использования.
10. Методы конструирования продуцентов биологически активных веществ: селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология.
11. Сырьевая база биотехнологии.
12. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов.
13. Типовые технологические приемы и особенности культивирования клеток и тканей растений.
14. Типовые технологические приемы и особенности культивирования клеток и тканей животных.
15. Типовые технологические приемы и особенности культивирования клеток и тканей человека.
16. Получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве.
17. Особенности иммобилизации биообъектов и их применение в биотехнологии.
18. Требования, предъявляемые к питательным субстратам, используемым в биотехнологических процессах.
19. Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии.
20. Требования к составу и качеству питательных сред.
21. Принципы подбора питательных сред.
22. Макроэлементы в питательных средах.
23. Микроэлементы в питательных средах.
24. Подготовительные стадии биотехнологического производства.
25. Организация биотехнологической стадии.
26. Классификация процессов ферментации.
27. Связь между ростом и продуктивностью.
28. Продукты первой и второй фазы роста.
29. Преимущества и недостатки периодического культивирования.
30. Преимущества и недостатки непрерывного культивирования.
31. Основные параметры роста продуцентов.
32. Хемостатное культивирование.
33. Турбидостатное культивирование.
34. Явление автоселекции популяции.
35. Иммобилизация клеток и ферментов.
36. Методы иммобилизации.

37. Особенности культивирования клеток животных.
38. Суспензионные и каллусные культуры растительных клеток.
39. Типовые технологические приемы и аппаратурное оформление стадии культивирования (биосинтеза).
40. Типовые технологические приемы и аппаратурное оформление способов поддержания асептических условий.
41. Типовые технологические приемы и аппаратурное оформление способов поддержания температуры, рН среды.
42. Тепло- и массообмен в биотехнологических процессах.
43. Стадии выделения и очистки продуктов биосинтеза.
44. Внутриклеточные и внеклеточные продукты.
45. Отделение клеток от культуральной жидкости.
46. Способы разрушения клеток.
47. Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам. Надежность биотехнологического процесса.
48. Охрана окружающей среды, контроль и безопасность биотехнологических производств. Вспомогательные стадии технологического процесса и их роль в биотехнологическом производстве.
49. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.
50. Характеристика проблем охраны и восстановления окружающей среды с точки зрения использования биологических методов.
51. Аэробные процессы очистки воздуха и воды.
52. Анаэробные процессы переработки органических отходов, характеристика и применение биогаза.
53. Сельскохозяйственная биотехнология. Типовая схема получения препаратов кормового назначения: концентратов витаминов, антибиотиков кормового назначения.
54. Производство премиксов.
55. Производство микробных препаратов для растениеводства: для защиты растений от вредных насекомых.
56. Производство микробных антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы.
57. Производство бактериальных удобрений.
58. Производство микробных стимуляторов роста растений гормональной природы.
59. Концепция рационального и сбалансированного питания.
60. Продукция микробиологического синтеза для пищевой промышленности: продукты белковой, липидной и углеводной природы.
61. Препараты биологически активных добавок, содержащих смеси аминокислот, пептидов, витаминов и микроэлементов.
62. Пищевкусовые добавки.
63. Концентраты и изоляты белковых веществ.
64. Производство подсластителей-заменителей сахара; производство консервантов (низина).
65. Медицинская биотехнология. Определение медицинской биотехнологии. Основные задачи, которые решает медицинская биотехнология.
66. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий.
67. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов.
68. Предмет и инструментарий бионанотехнологии, общая характеристика, история развития, основные научные направления.
69. Место бионанотехнологии среди наук естественного профиля.
70. Устройства микро- и нанобиомеханики.

71. Молекулярные моторы, нанороботы.
72. Биочипы, наносенсоры.
73. Биотехнология в легкой промышленности.
74. Использование ферментов при подготовке текстильных материалов.
75. Полиферментные композиции в процессах очистки хлопчатобумажных и льняных тканей.
76. Использование целлюлаз в подготовке целлюлозных текстильных материалов.
77. Ферменты для синтетических моющих средств.
78. Технологии, использующие ферменты, в процессах отделки кожи и меха.
79. Биогеотехнология и биоэнергетика.
80. Понятие о биогеотехнологии. Краткая характеристика основных процессов биогеотехнологии.
81. Бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород.
82. Обогащение руд, биосорбция металлов и неметаллов.
83. Методы борьбы с метаном в шахтах.
84. Утилизация углекислоты с помощью микроорганизмов.
85. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: ацетона биоконверсией органических отходов и растительного сырья.
86. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов биоконверсией органических отходов и растительного сырья
87. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1-й семестр).

*Зачет с оценкой* по дисциплине «*Введение в биотехнологию*» проводится в 1-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

#### Пример билета для зачета с оценкой

|  |   |
|--|---|
| <p>«<i>Утверждаю</i>»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии,<br/>_____ В.И.<br/>Панфилов</p> <p>«__» _____<br/>20__ г.</p> | Министерство науки и высшего образования РФ                               |
|  | <b>Российский химико-технологический университет</b>                      |
|  | <b>имени Д.И. Менделеева</b>  |
|  | <b>Кафедра биотехнологии</b>  |
|  | <b>Направление подготовки бакалавров</b><br><b>19.03.01 Биотехнология</b> |
|  | <b>Дисциплина «Введение в биотехнологию»</b>                              |

### Билет № 1

1. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.
2. Аэробные процессы очистки воздуха и воды.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература

1. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии. – М.:Академия, 2005, 208 с.
2. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды. – М.: Мир, 1987, 411 с.
3. Биотехнология биологически активных веществ. /Под ред. Грачевой И.М. – «Элевар». - 2006. – 456 с.
4. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. -М.:Мир, 2002, 586 с.

#### б) Дополнительная литература

24. Корочкин Л.И. Клонирование животных. // Соросовский образовательный журнал. 1999. №4, С.10-16.
25. Рис Э., Стенберг М. Введение в молекулярную биотлогию. От клеток к атомам. – М.: Мир, 2002, 142 с.
26. Кулаев И.С. Бактериолитические ферменты микробного происхождения в биологии и медицине. // Соросовский образовательный журнал. 1997, № 3, С.23-31.
27. Лещинская И.Б. Генетическая инженерия.// Соросовский образовательный журнал. 1996, № 1, С.33-39.
28. Лещинская И.Б. Современная промышленная микробиология. // Соросовский образовательный журнал. 2000, № 4, С.14-18.
29. Биотехнология. В 8 кн. / Под редакцией Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – М.: Высшая школа, 1987 г.
30. Биотехнология: принципы и применение./ Пер. с англ. под ред. И.Хиггинса, Д.Беста, Дж. Джонса. – М.: Мир, 1988 г.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042

- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- www.pubmed.gov

#### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ PhyIip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

5. компьютерные презентации интерактивных лекций;
6. банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
7. банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также

включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Введение в биотехнологию» проводятся в форме лекций, семинарских занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы с электронными фотографии отдельных органелл клетки.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

#### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.           |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.           |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от            | 12 месяцев (ежегодное продление)   | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах |

|   |  |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|   | Acsmc AP<br>AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams | 26.05.2020                             | е подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)                                  | (инфраструктурное/вспомогательное ПО)  |
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.   | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно е продление е подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование модулей | Основные показатели оценки | Формы и методы контроля и оценки |
|----------------------|----------------------------|----------------------------------|
|                      |                            |                                  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>Раздел 1. .<br/>Основные принципы организации и функционирования экосистем</p> | <p>Знает: основные закономерности функционирования биосферы и человека; экологические основы эволюции.<br/>Умеет: определять роль отдельных биологических видов в экосистемах; оценивать последствия нарушения стабильности экосистем.<br/>Владеет: приемами анализа воздействия техногенных факторов на объекты окружающей среды; методами оценки диапазона стабильности экосистемы.</p>  | <p>Оценка за контрольную работу №1 (3-ий семестр)<br/><br/>Оценка за зачет (3-ий семестр)</p> |
| <p>Раздел 2.<br/>Глобальные экологические проблемы</p>                            | <p>Знает: глобальные проблемы окружающей среды; экологические принципы рационального использования природных ресурсов; методы предотвращения загрязнения окружающей среды.<br/>Умеет: анализировать последствия техногенного воздействия на водные экосистемы; анализировать последствия техногенного воздействия на почвенные экосистемы; оценивать последствия загрязнения воздушного бассейна.<br/>Владеет: методами определения дестабилизирующего внешнего воздействия на объекты окружающей среды; методами экологического обеспечения производства.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (3-ий семестр)<br/><br/>Оценка за зачет (3-ий семестр)</p> |
| <p>Раздел 3. Введение в экобиотехнологию</p>                                      | <p>Знает: экологические принципы рационального использования природных ресурсов; приемы восстановления загрязненных экосистем; методы предотвращения загрязнения окружающей среды.<br/>Умеет: анализировать последствия техногенного воздействия на водные экосистемы; анализировать последствия техногенного воздействия на почвенные экосистемы; оценивать последствия загрязнения воздушного бассейна; рассчитывать Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии.</p>  | <p>Оценка за контрольную работу №1 (3-ий семестр)<br/><br/>Оценка за зачет (3-ий семестр)</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>Владеет: методами определения дестабилизирующего внешнего воздействия на объекты окружающей среды; методами экологического обеспечения производства; методами инженерной защиты окружающей среды.</p> |  |
|--|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Введение в биотехнологию»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основные направления биотехнологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической  
комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена:  
к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии Н.А. Суясовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основные направления биотехнологии» относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биологии, общей и неорганической и органической химии.

**Цель дисциплины** – ознакомиться с основными направлениями применения биотехнологических методов в конкретной деятельности человека, дает студенту целостное представление о практическом значении изучаемого предмета, кроме того, формирует у студентов представления о революционных изменениях новейших направлений биотехнологии в области геномной инженерии, геномики и протеомики, новых технологиях диагностики и терапии, новых материалах и биоинженерии. Особое внимание уделяется рассмотрению связей между достижениями в области фундаментальных наук (химия, биология, микробиология, молекулярная генетика, и т. п.) и прикладными аспектами их использования в решении актуальных задач современного общества.

**Задачи дисциплины** – показать основные достижения и перспективы развития биотехнологии в различных отраслях деятельности, дать обобщенную схему биотехнологического процесса и обозначить особенности биотехнологического подхода в традиционных и новых производственных процессах.

Дисциплина «Основные направления биотехнологии» преподается в первом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

обладать готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);

обладать владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

- основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
- важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- методы культивирования;
- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.

*уметь:*

- понимать сущность процессов, протекающих в живых организмах и закономерностей взаимодействия организма с окружающей средой;
- подбирать аппараты, для осуществления того или иного способа культивирования;

*владеть:*

- знаниями о биотехнологии и применять их при изучении специальных дисциплин;
- навыками по планированию и проведению экспериментов для оценки пригодности микроорганизмов для осуществления биотехнологического процесса;
- навыками работы с научной, научно-технической и патентной литературой.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |            |            |
|--|------------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ                     | Ак. ч      | Астр. ч    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4,0</b>             | <b>144</b> | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,33</b>            | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>0</b>               | <b>0</b>   | <b>0</b>   |
| Лекции (Лек)   | 0,44                   | 16         | 12         |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                      | 0          | 0          |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,89                   | 32         | 32         |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                      | 0          | 0          |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>2,67</b>            | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 2,67                   | 95,6       | 71,7       |
| Контактная самостоятельная работа                      |                        | 0,4        | 0,3        |
| <b>Зачёт с оценкой</b>                                 | <b>+</b>               | <b>+</b>   | <b>+</b>   |
| <b>Вид контроля</b>                                    | <b>зачёт с оценкой</b> |            |            |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины   | Академ. часов |                          |        |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|-------|---|---------------|--------------------------|--------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|       |   | Всего         | в т.ч. в форме пр. подг. | Лекции | в т.ч. в форме пр. подг. | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг. | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг. | Самостоятельная работа |
| 1     | Раздел 1. Методы биотехнологии                                  | 44            | 0                        | 6      | 0                        | 12                   | 0                        | 0                   | 0                        | 26                     |
| 2     | Раздел 2. Принципиальная схема биотехнологического производства | 37            | 0                        | 5      | 0                        | 10                   | 0                        | 0                   | 0                        | 22                     |
| 3     | Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии        | 39            | 0                        | 5      | 0                        | 10                   | 0                        | 0                   | 0                        | 24                     |
| 4     | Подготовка к зачету   | 24            | 0                        | 0      | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 24                     |
| 5     | ИТОГО   | 144           | 0                        | 16     | 0                        | 32                   | 0                        | 0                   | 0                        | 96                     |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Методы биотехнологии.

Современное состояние и перспективы развития биотехнологии. Предмет биотехнологии. Характеристика различных видов биотехнологической продукции (мировой объем производства в натуральном и денежном выражении) и ее основные потребители.

Характеристика одноклеточных организмов и клеток животных и растений как объектов биотехнологии. Промышленные штаммы и требования к ним. Выделение и селекция микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ. Методические подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов. Характеристика мутантных клеток и особенности их использования. Методы конструирования продуцентов биологически активных веществ: селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология.

Сырьевая база биотехнологии.

Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека, получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве. Особенности иммобилизации биообъектов и их применение в биотехнологии.

### Раздел 2. Принципиальная схема биотехнологического производства.

Требования, предъявляемые к питательным субстратам, используемым в биотехнологических процессах. Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии: требования к составу и качеству, принципы подбора.

Подготовительные стадии. Организация биотехнологической стадии. Классификация процессов ферментации.

Связь между ростом и продуктивностью. Продукты первой и второй фазы роста. Преимущества и недостатки периодического и непрерывного культивирования. Основные параметры роста продуцентов. Хемостатное культивирование. Иммобилизация. Особенности культивирования клеток животных. Суспензионные и каллусные культуры растительных клеток.

Типовые технологические приемы и аппаратное оформление стадий культивирования (биосинтеза), поддержания асептических условий, температуры, pH среды и др. параметров процесса на требуемом уровне, тепло- и массообмена; стадий выделения и очистки продуктов биосинтеза. Внутриклеточные и внеклеточные продукты. Отделение клеток от культуральной жидкости. Способы разрушения клеток.

Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам, надежности процесса, охраны окружающей среды, контроля и безопасных условий эксплуатации. Вспомогательные стадии технологического процесса и их роль в биотехнологическом производстве.

Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

### Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии

Экологическая биотехнология. Характеристика проблем охраны и восстановления окружающей среды с точки зрения использования биологических методов. Аэробные

процессы очистки воздуха и воды. Анаэробные процессы переработки органических отходов, характеристика и применение биогаза.

**Сельскохозяйственная биотехнология.** Типовая схема получения препаратов кормового назначения: концентратов витаминов, антибиотиков кормового назначения. Производство премиксов. Производство микробных препаратов для растениеводства: для защиты растений от вредных насекомых; антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы; бактериальных удобрений; стимуляторов роста растений гормональной природы.

**Пищевая биотехнология.** Концепция рационального и сбалансированного питания. Продукция микробиологического синтеза для пищевой промышленности: продукты белковой, липидной и углеводной природы, препараты биологически активных добавок, содержащих смеси аминокислот, пептидов, витаминов и микроэлементов; пищевкусковые добавки; концентраты и изоляты белковых веществ; производство подсластителей-заменителей сахара; производство консервантов (низина).

**Медицинская биотехнология.** Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии. Основные задачи, которые решает медицинская биотехнология. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов.

**Бионанотехнология.** Предмет и инструментарий бионанотехнологии, общая характеристика, история развития, основные научные направления. Место бионанотехнологии среди наук естественного профиля. Устройства микро- и нанобиомеханики, в том числе молекулярные моторы, нанороботы, биочипы, наносенсоры.

**Биотехнология в легкой промышленности.** Использование ферментов при подготовке текстильных материалов. Полиферментные композиции в процессах очистки хлопчатобумажных и льняных тканей. Использование целлюлаз в подготовке целлюлозных текстильных материалов. Ферменты для синтетических моющих средств. Технологии, использующие ферменты, в процессах отделки кожи и меха.

**Биогеотехнология и биоэнергетика.** Понятие о биогеотехнологии. Краткая характеристика основных процессов биогеотехнологии: бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов и неметаллов. Методы борьбы с метаном в шахтах. Утилизация углекислоты с помощью микроорганизмов. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:                 | Раздел |   |   |
|---|--|--------|---|---|
|   |  | 1      | 2 | 3 |
|   | <b>Знать:</b>  |        |   |   |
| 1 | основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними | +      |   |   |
| 2 | принципиальную схему биотехнологического производства            |        | + |   |
| 3 | методы культивирования   |        | + |   |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 4   | основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства     |   | + |   |
|   | важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии                    |   |   | + |
| 5   | роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности             |   |   | + |
| <b>Уметь:</b>   |   |   |   |   |
| 6   | понимать сущность процессов, протекающих в живых организмах и закономерностей взаимодействия организма с окружающей средой                | + | + |   |
| 7   | подбирать аппараты, для осуществления того или иного способа культивирования  |   |   | + |
| <b>Владеть</b>  |   |   |   |   |
| 8   | знаниями о биотехнологии и применять их при изучении специальных дисциплин  | + |   |   |
| 9   | навыками по планированию и проведению экспериментов для оценки пригодности микроорганизмов для осуществления биотехнологического процесса |   | + |   |
| 10  | навыками работы с научной, научно-технической и патентной литературой   |   | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции:</b> |   |   |   |   |
| 11  | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);                          | + | + | + |
| 12  | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);  | + |   |   |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий  | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1     | 1                    | Современное состояние и перспективы развития биотехнологии   | 2    |
| 2     | 1                    | Характеристика одноклеточных организмов как объектов биотехнологии, клеток животных и растений как объектов биотехнологии  | 2    |
| 3     | 1                    | Методы конструирования продуцентов биологически активных веществ: селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология | 2    |
| 4     | 1                    | Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений и животных          | 2    |
| 5     | 1                    | Получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве              | 2    |
| 6     | 2                    | Основные типы питательных сред, использующихся в биотехнологии   | 2    |
| 7     | 2                    | Подготовительные стадии биотехнологического производства   | 2    |
| 8     | 2                    | Организация биотехнологической стадии. Классификация процессов ферментации   | 3    |
| 9     | 2                    | Основные параметры роста продуцентов   | 3    |
| 10    | 2                    | Стадии выделения и очистки продуктов биосинтеза  | 2    |
| 11    | 3                    | Экологическая биотехнология  | 2    |
| 12    | 3                    | Сельскохозяйственная биотехнология   | 2    |
| 13    | 3                    | Пищевая биотехнология  | 2    |
| 14    | 3                    | Медицинская биотехнология. Бионанотехнология   | 2    |
| 15    | 3                    | Биогеотехнология и биоэнергетика   | 2    |

### 6.2. Лабораторные занятия

Проведение лабораторных работ при изучении дисциплины «Основные направления современной биотехнологии» не предусмотрено.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерное содержание домашних работ**

Домашние работы по дисциплине не предусмотрены.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов, по 20 баллов за каждую работу.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 1.1.**

Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.

**Вопрос 1.2.**

Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.****Вопрос 2.1.**

Подготовительные стадии биотехнологического производства.

**Вопрос 2.2.**

Типовые технологические приемы и аппаратурное оформление способов поддержания температуры, рН среды.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.****Вопрос 3.1.**

Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

**Вопрос 3.2.****8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1-й семестр – зачет с оценкой).**

Билет зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит два вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

88. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.
89. Предмет биотехнологии.
90. Характеристика различных видов биотехнологической продукции и ее основные потребители.
91. Характеристика одноклеточных организмов как объектов биотехнологии.
92. Характеристика клеток животных и растений как объектов биотехнологии.
93. Промышленные штаммы и требования к ним.
94. Выделение и селекция микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ.
95. Методические подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов.
96. Характеристика мутантных клеток и особенности их использования.
97. Методы конструирования продуцентов биологически активных веществ: селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология.
98. Сырьевая база биотехнологии.
99. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов.
100. Типовые технологические приемы и особенности культивирования клеток и тканей растений.
101. Типовые технологические приемы и особенности культивирования клеток и тканей животных.
102. Типовые технологические приемы и особенности культивирования клеток и тканей человека.
103. Получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве.

104. Особенности иммобилизации биообъектов и их применение в биотехнологии.
105. Требования, предъявляемые к питательным субстратам, используемым в биотехнологических процессах.
106. Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии.
107. Требования к составу и качеству питательных сред.
108. Принципы подбора питательных сред.
109. Макроэлементы в питательных средах.
110. Микроэлементы в питательных средах.
111. Подготовительные стадии биотехнологического производства.
112. Организация биотехнологической стадии.
113. Классификация процессов ферментации.
114. Связь между ростом и продуктивностью.
115. Продукты первой и второй фазы роста.
116. Преимущества и недостатки периодического культивирования.
117. Преимущества и недостатки непрерывного культивирования.
118. Основные параметры роста продуцентов.
119. Хемостатное культивирование.
120. Турбидостатное культивирование.
121. Явление автоселекции популяции.
122. Иммобилизация клеток и ферментов.
123. Методы иммобилизации.
124. Особенности культивирования клеток животных.
125. Суспензионные и каллусные культуры растительных клеток.
126. Типовые технологические приемы и аппаратное оформление стадии культивирования (биосинтеза).
127. Типовые технологические приемы и аппаратное оформление способов поддержания асептических условий.
128. Типовые технологические приемы и аппаратное оформление способов поддержания температуры, рН среды.
129. Тепло- и массообмен в биотехнологических процессах.
130. Стадии выделения и очистки продуктов биосинтеза.
131. Внутриклеточные и внеклеточные продукты.
132. Отделение клеток от культуральной жидкости.
133. Способы разрушения клеток.
134. Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам. Надежность биотехнологического процесса.
135. Охрана окружающей среды, контроль и безопасность биотехнологических производств. Вспомогательные стадии технологического процесса и их роль в биотехнологическом производстве.
136. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.
137. Характеристика проблем охраны и восстановления окружающей среды с точки зрения использования биологических методов.
138. Аэробные процессы очистки воздуха и воды.
139. Анаэробные процессы переработки органических отходов, характеристика и применение биогаза.
140. Сельскохозяйственная биотехнология. Типовая схема получения препаратов кормового назначения: концентратов витаминов, антибиотиков кормового назначения.
141. Производство премиксов.
142. Производство микробных препаратов для растениеводства: для защиты растений от вредных насекомых.
143. Производство микробных антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы.
144. Производство бактериальных удобрений.

145. Производство микробных стимуляторов роста растений гормональной природы.
146. Концепция рационального и сбалансированного питания.
147. Продукция микробиологического синтеза для пищевой промышленности: продукты белковой, липидной и углеводной природы.
148. Препараты биологически активных добавок, содержащих смеси аминокислот, пептидов, витаминов и микроэлементов.
149. Пищевкусовые добавки.
150. Концентраты и изоляты белковых веществ.
151. Производство подсластителей-заменителей сахара; производство консервантов (низина).
152. Медицинская биотехнология. Определение медицинской биотехнологии. Основные задачи, которые решает медицинская биотехнология.
153. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий.
154. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов.
155. Предмет и инструментарий бионанотехнологии, общая характеристика, история развития, основные научные направления.
156. Место бионанотехнологии среди наук естественного профиля.
157. Устройства микро- и нанобиомеханики.
158. Молекулярные моторы, нанороботы.
159. Биочипы, наносенсоры.
160. Биотехнология в легкой промышленности.
161. Использование ферментов при подготовке текстильных материалов.
162. Полиферментные композиции в процессах очистки хлопчатобумажных и льняных тканей.
163. Использование целлюлаз в подготовке целлюлозных текстильных материалов.
164. Ферменты для синтетических моющих средств.
165. Технологии, использующие ферменты, в процессах отделки кожи и меха.
166. Биогеотехнология и биоэнергетика.
167. Понятие о биогеотехнологии. Краткая характеристика основных процессов биогеотехнологии.
168. Бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород.
169. Обогащение руд, биосорбция металлов и неметаллов.
170. Методы борьбы с метаном в шахтах.
171. Утилизация углекислоты с помощью микроорганизмов.
172. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: ацетона биоконверсией органических отходов и растительного сырья.
173. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов биоконверсией органических отходов и растительного сырья
174. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### **8.4. Структура и примеры билетов для зачета (1-ый семестр).**

Зачет по дисциплине «Основные направления биотехнологии» проводится в 1-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии<br/>_____ В.И.<br/>Панфилов</p> <p>«__» _____ 20<br/>__ Г.</p> | <p><i>Министерство науки и высшего образования РФ</i></p>                                 |
|   | <p><b>Российский химико-технологический<br/>университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b></p> |
|   | <p><b>Кафедра биотехнологии</b></p>   |
|   | <p><b>Направление подготовки бакалавров<br/>19.03.01 Биотехнология</b></p>                |
|   | <p><b>Дисциплина «Введение в биотехнологию»</b></p>                                       |
| <p><b>Билет № 1</b></p>   |   |
| <p>3. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.</p>   |   |
| <p>4. Аэробные процессы очистки воздуха и воды.</p>   |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература

5. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии. – М.:Академия, 2005, 208 с.
6. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды. – М.: Мир, 1987, 411 с.
7. Биотехнология биологически активных веществ. /Под ред. Грачевой И.М. – «Элевар». - 2006. – 456 с.
8. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. -М.:Мир, 2002, 586 с.

#### б) Дополнительная литература

31. Корочкин Л.И. Клонирование животных. // Соросовский образовательный журнал. 1999. №4, С.10-16.
32. Рис Э., Стенберг М. Введение в молекулярную биотлогию. От клеток к атомам. – М.: Мир, 2002, 142 с.
33. Кулаев И.С. Бактериолитические ферменты микробного происхождения в биологии и медицине. // Соросовский образовательный журнал. 1997, № 3, С.23-31.
34. Лещинская И.Б. Генетическая инженерия.// Соросовский образовательный журнал. 1996, № 1, С.33-39.
35. Лещинская И.Б. Современная промышленная микробиология. // Соросовский образовательный журнал. 2000, № 4, С.14-18.
36. Биотехнология. В 8 кн. / Под редакцией Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – М.: Высшая школа, 1987 г.
37. Биотехнология: принципы и применение./ Пер. с англ. под ред. И.Хиггинса, Д.Беста, Дж. Джонса. – М.: Мир, 1988 г.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>

- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

8. компьютерные презентации интерактивных лекций;
9. банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
10. банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

### 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по

основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основные направления биотехнологии» проводятся в форме лекций, семинарских занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы с электронными фотографиями отдельных органелл клетки.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### 11.5 Лицензионное программное обеспечение

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом  | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|   | Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams |   | перехода на обновлённую версию продукта)  |  |
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition  | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License   | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки эксперименталь  | Контракт № 143-164ЭА/2                  | 1 лицензия для активации  | бессрочная   |

|    |  |   |   |            |
|----|--|---|---|------------|
|    | ных данных<br>BioOffice ultra  | 010 от<br>14.12.10                                  | и на<br>рабочих<br>станциях                                     |            |
| 8  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw pro                               | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 9  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw ultra                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 |   | бессрочная |
| 10 | MATLAB<br>Academic new<br>Product Group<br>Licenses (per<br>License)                                 | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1 лицензи<br>я для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях   | бессрочная |
| 11 | MATLAB<br>Classroom Suite<br>new Product<br>From 25 to 49<br>Concurrent<br>Licenses (per<br>License) | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование<br>разделов                             | Основные показатели оценки  | Формы и<br>методы<br>контроля и<br>оценки |
|--|---|---|
| Раздел 1. .<br>Основные<br>принципы<br>организации и | Знает: основные закономерности функционирования биосферы и человека; экологические основы эволюции. | Оценка за контрольную работу №1           |

|   |   |  |
|---|---|--|
| функционирования экосистем                  | <p>Умеет: определять роль отдельных биологических видов в экосистемах; оценивать последствия нарушения стабильности экосистем.</p> <p>Владеет: приемами анализа воздействия техногенных факторов на объекты окружающей среды; методами оценки диапазона стабильности экосистемы.</p>  | (3-ий семестр)<br>Оценка за зачет<br>3-ий семестр)                                     |
| Раздел 2. Глобальные экологические проблемы | <p>2. Знает: глобальные проблемы окружающей среды; экологические принципы рационального использования природных ресурсов; методы предотвращения загрязнения окружающей среды.</p> <p>Умеет: анализировать последствия техногенного воздействия на водные экосистемы; анализировать последствия техногенного воздействия на почвенные экосистемы; оценивать последствия загрязнения воздушного бассейна.</p> <p>Владеет: методами определения дестабилизирующего внешнего воздействия на объекты окружающей среды; методами экологического обеспечения производства.</p>   | Оценка за контрольную работу №2<br>(3-ий семестр)<br>Оценка за зачет<br>3-ий семестр)  |
| Раздел 3. Введение в экобиотехнологию       | <p>Знает: экологические принципы рационального использования природных ресурсов; приемы восстановления загрязненных экосистем; методы предотвращения загрязнения окружающей среды.</p> <p>Умеет: анализировать последствия техногенного воздействия на водные экосистемы; анализировать последствия техногенного воздействия на почвенные экосистемы; оценивать последствия загрязнения воздушного бассейна; рассчитывать Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии.</p> <p>Владеет: методами определения дестабилизирующего внешнего воздействия на объекты окружающей среды; методами</p> | Оценка за контрольную работу №3<br>(3-ий семестр)<br>Оценка за зачет<br>3-ий семестр). |

|   |
|---|
| экологического обеспечения производства;<br>методами инженерной защиты окружающей<br>среды. |
|---|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Основные направления биотехнологии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Медицинская биотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена  
Профессором кафедры биотехнологии д.б.н. Михальчик Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Медицинская биотехнология» относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, микробиологии, общей биотехнологии, молекулярной биологии.

Дисциплина «Медицинская биотехнология» имеет своей **целью** дать студенту целостные представления о современном состоянии и перспективах развития медицинской биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека для использования в здравоохранении. При этом предполагается, что студенты имеют фундаментальную подготовку по теоретическим разделам химии, биохимии, общей биологии и микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии, основам биотехнологии.

К **задачам** изучения дисциплины следует отнести приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений при выборе сферы профессиональной деятельности, связанной с медицинской биотехнологией.

Дисциплина «Медицинская биотехнология» преподается в 8-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 13. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

обладать: готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3); способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

38. основные задачи медицинской биотехнологии;
39. определение медицинской биотехнологии;
40. отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий.
41. условия работы биообъектов в биотехнологических системах;
42. подходы к совершенствованию биообъектов;
43. современные прививочные препараты.

*уметь:*

75. использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов;

76. использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний;

77. использовать биосенсоры и биотесты.

*Владеть:*

78. методами клеточной инженерии;

79. методами геномной инженерии.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины       |            |           |
|--|------------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр.ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>0,89</b>            | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0</b>               | <b>0</b>   | <b>0</b>  |
| Лекции (Лек)                                       | 0,89                   | 16         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0                      | 0          | 0         |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,89                   | 16         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0                      | 0          | 0         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                | <b>2,11</b>            | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,11                   | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 75,6       | 56,7      |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                        |            |           |
| <b>Зачет с оценкой</b>                             | +                      | +          | +         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5. Разделы и виды занятий для студентов очного отделения

| №<br>п/п | Раздел дисциплины  | Акад. часов |                                   |          |                                   |                             |                                   |                            |                                   |                               |
|----------|--|-------------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|          |  | Всего       | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | лекции   | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практич<br>еские<br>занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лабора<br>торные<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самостоя<br>тельная<br>работа |
|          | Введение   | 4           | 0                                 | 1        | 0                                 | 1                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 2                             |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Общие принципы работы биообъектов в медицинских биотехнологиях.</b> | <b>20</b>   | <b>0</b>                          | <b>5</b> | <b>0</b>                          | <b>5</b>                    | <b>0</b>                          | <b>0</b>                   | <b>0</b>                          | <b>20</b>                     |
| 1.1      | 1.1. Основные задачи медицинской биотехнологии.                                  | 5           | 0                                 | 1        | 0                                 | 1                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 6                             |
| 1.2      | 1.2. Условия работы биообъектов в биотехнологических системах.                   | 5           | 0                                 | 1        | 0                                 | 1                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 6                             |
| 1.3      | 1.3. Генетический контроль за функционированием биообъектов.                     | 6           | 0                                 | 2        | 0                                 | 2                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 4                             |
| 1.4      | 1.4. Иммуобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях.                  | 4           | 0                                 | 1        | 0                                 | 1                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 4                             |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Понятие об иммунологии.</b>   | <b>26</b>   | <b>0</b>                          | <b>6</b> | <b>0</b>                          | <b>6</b>                    | <b>0</b>                          | <b>0</b>                   | <b>0</b>                          | <b>28</b>                     |
| 2.1      | 2.1. Система иммунного гомеостаза.   | 8           | 0                                 | 2        | 0                                 | 2                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 9                             |
| 2.2      | 2.2. Введение в современную иммунобиотехнологию.                                 | 9           | 0                                 | 2        | 0                                 | 2                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 9                             |
| 2.3      | 2.3. Современные прививочные препараты.  | 9           | 0                                 | 2        | 0                                 | 2                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 10                            |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.</b>              | <b>11</b>   | <b>0</b>                          | <b>2</b> | <b>0</b>                          | <b>2</b>                    | <b>0</b>                          | <b>0</b>                   | <b>0</b>                          | <b>13</b>                     |

|   |   |            |          |           |          |           |          |          |          |           |
|---|---|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| 4 | <b>Раздел 4. Санитарная и профилактическая биотехнология.</b> | <b>11</b>  | <b>0</b> | <b>2</b>  | <b>0</b> | <b>2</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>13</b> |
|   | <b>ИТОГО</b>  | <b>108</b> | <b>0</b> | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |          | <b>76</b> |

## 1. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Перспективы биотехнологии в медицине.

**Модуль 1. Общие принципы работы биообъектов в медицинских биотехнологиях.**

**1.1. Основные задачи медицинской биотехнологии.** Сбор и получение информации: диагностикумы, биосенсоры, использование биотехнологических решений и приемов для получения информации (понятие о биотехнологическом приеме); профилактика заболеваний; получение собственно лекарственных средств (технологии получения инсулина, витамина С, витамина В<sub>2</sub>, резерпина, биоженшеня). Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Биообъекты в фармации, гигиене и санитарии.

**1.2. Условия работы биообъектов в биотехнологических системах.** Биотехнологические процессы, с начала и до конца обеспечиваемые биообъектом (на примере технологий получения витамина В<sub>12</sub>, рибофлавина, стрептокиназы, некоторых антибиотиков). Биотехнологические процессы как стартовый этап для получения исходного сырья (на примере технологий получения дифтерийного анатоксина). Использование биотехнологического процесса на одном из этапов получения лекарственного средства (биотрансформация - на примере технологии получения витамина С).

**1.3. Генетический контроль за функционированием биообъектов.** Подходы к совершенствованию биообъектов. Использование природных механизмов изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов. Методы клеточной инженерии. Методы генной инженерии (в том числе получение видоспецифических для человека препаратов (интерфероны, интерлейкины, инсулин).

**1.4. Имобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях.** Способы иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях (адсорбция, ковалентное связывание, метод поперечных сшивок, инкапсулирование, иммобилизация путем включения в полимерную структуру). Липосомы, наносферы, микросферы, таласферы. Аффинная хроматография. Использование иммобилизованных биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний (технологии получения глюкозо-фруктозных сиропов, аминокислот из наперстянки шерстистой; глюкозный биосенсор; иммобилизованные биообъекты как лекарственные средства (стрептодеказа, современные шовные и перевязочные материалы, использование микрокапсул в косметологии).

**Модуль 2. Понятие об иммунологии.**

**2.1. Система иммунного гомеостаза.** Понятие об антигенах и антителах. Структура антител. Классификация антител. Естественный и искусственный иммунитет. Понятие о реакциях  $\gamma$ -глобулина. Технология получения противокорревого препарата серологической специфичности (реакции агглютинации и преципитации).

**2.2. Введение в современную иммунобиотехнологию.** Клеточная инженерия. Гибридная технология получения моноклональных антител. Использование моноклональных антител для очистки биологических жидкостей. Иммуносенсоры. ДНК-или РНК-пробы.

**2.3. Современные прививочные препараты.** Современная классификация вакцинных препаратов. Микробные живые вакцины (вакцина Кальмеда и Жерена (BCG), вакцина против туляремии, противочумная вакцина). Вирусные живые вакцины: вакцина против оспы (Дженера), вакцина против вируса полиомиелита, вакцина против желтой лихорадки (Тейлора). Технология получения живых вакцин. Убитые вакцины: брюшнотифозная вакцина (вакцина Венсена и вакцина Кале), вакцины против коклюша, холеры, дизентерии. Технология получения убитых вакцин. Анатоксины. Технология получения анатоксинов. Сывороточные препараты. Рекомбинантные вакцины и вакцины-антигены.

**Модуль 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.** Понятие о партнерских отношениях между микроорганизмами и организмом человека. Роль нормальной микрофлоры кишечника человека в функционировании организма человека. Технология получения препаратов нормофлоры, пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков. Требования к штаммам, используемым для приготовления препаратов на основе живых культур микроорганизмов.

**Модуль 4. Санитарная и профилактическая биотехнология.** Использование биосенсоров и диагностических систем для контроля за воздухом и санитарным состоянием водных стоков. Основные санитарные показатели для оценки уровня загрязнения окружающей среды. Использование биотестов (морские светящиеся бактерии, простейшие тетрагимены, дафнии) для оценки влияния отходов на сапрофитную микрофлору и чистоты водных стоков. Роль биотехнологии в санитарии и профилактике различных заболеваний.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел |   |   |   |
|----|--|--------|---|---|---|
|    |  | 1      | 2 | 3 | 4 |
|    | <b>Знать:</b>  |        |   |   |   |
| 1  | основные задачи медицинской биотехнологии  | +      |   |   |   |
| 2  | определение медицинской биотехнологии  | +      |   |   |   |
| 3  | отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий.   |        | + |   |   |
| 4  | условия работы биообъектов в биотехнологических системах   | +      | + | + | + |
| 5  | подходы к совершенствованию биообъектов  |        |   | + | + |
| 6  | современные прививочные препараты  |        |   |   | + |
|    | <b>Уметь:</b>  |        |   |   |   |
| 7  | использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов                                  |        | + | + | + |
| 8  | использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний                                  | +      | + | + | + |
| 9  | использовать биосенсоры и биотесты.  |        |   |   | + |
|    | <b>Владеть</b>   |        |   |   |   |
| 10 | методами клеточной инженерии   | +      | + | + | + |
| 11 | методами генной инженерии  | +      | + | + | + |
|    | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции: обладать</b>                           |        |   |   |   |
| 12 | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);                             | +      | + | + | + |
| 13 | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); | +      | + | + | + |

|    |  |   |   |   |   |
|----|--|---|---|---|---|
| 14 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10); | + | + | + | + |
|----|--|---|---|---|---|

## 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 7.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела | Темы практических (семинарских) занятий  | Часы |
|-------|-----------|--|------|
| 1     | 1         | Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Биообъекты в фармации, гигиене и санитарии.   | 2    |
| 2     | 1         | Сбор и получение информации: диагностикумы, биосенсоры, использование биотехнологических решений и приемов для получения информации (понятие о биотехнологическом приеме); | 2    |
| 3     | 2         | Условия работы биообъектов в биотехнологических системах.  | 2    |
| 4     | 2         | Иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях.  | 2    |
| 5     | 3         | Роль нормальной микрофлоры кишечника человека в функционировании организма человека.   | 2    |
| 6     | 3         | Технология получения препаратов нормофлоров, пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков.   | 2    |
| 7     | 3         | Требования к штаммам, используемым для приготовления препаратов на основе живых культур микроорганизмов.   | 1    |
| 8     | 4         | Основные санитарные показатели для оценки уровня загрязнения окружающей среды.   | 2    |
| 9     | 4         | Роль биотехнологии в санитарии и профилактике различных заболеваний.   | 1    |

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- подготовку к практическим занятиям по дисциплине;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам и зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными

источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой*.

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

*Вариант № 1*

1. Серологические методы агглютинации в медицинской биотехнологии и их использование в диагностике.
2. Технология получения живой вакцины на конкретном примере.

*Вариант № 2*

1. Серологический метод преципитации и использование его в диагностике.
2. Технология получения убитой вакцины на конкретном примере.

*Вариант № 3*

1. В чем, по Вашему мнению, состоит управление работой биообъектов в системах, предназначенных для изготовления лекарственных средств.
2. Технология получения гибридом на конкретном примере.

*Вариант № 4*

1. Метод иммунохроматографии и его использование в диагностике различных заболеваний.
2. Технология получения химической вакцины на конкретном примере.

*Вариант № 5*

1. На основе литературных данных предложите технологию получения гибридом.
2. Технология получения анатоксина на конкретном примере.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

*Вариант № 1*

1. Рассмотрите не менее 2-х примеров использования генно-инженерных объектов в медицинских биотехнологиях.
2. Иммунизация адсорбцией в медицинских биотехнологиях.

*Вариант № 2*

1. Рассмотрите особенности конструирования медицинских препаратов, использующих иммобилизованные ферменты.
2. Отличия медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Перспективы использования медицинских биотехнологий в медицинской практике.

*Вариант № 3*

1. Предложите два примера конструирования медицинских препаратов, использующих иммобилизованные объекты.
2. Условия работы биообъектов в биотехнологических системах.

Особенности функционирования биообъектов в медицинских биотехнологиях.

*Вариант № 4*

1. Какова роль вилочковой железы в системе иммунного гомеостаза человека? Укажите источник информации, которым Вы пользовались.
  2. Условия работы биообъектов в биотехнологических системах.
- Особенности функционирования биообъектов в медицинских биотехнологиях.

*Вариант № 5*

1. На чем основан клеточный механизм неспецифической защиты организма через его иммунную систему? Конкретизируйте ответ на одном из примеров.
2. Реакция агглютинации. Реакция преципитации.

**Разделы 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа проводится в форме доклада с презентацией.**

1. Генетический контроль за функционированием биообъектов в медицинских биотехнологиях. Подходы к совершенствованию биообъектов.
2. Имобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях. Способы иммобилизации биообъектов.
3. Система иммунного гомеостаза. Структура антител.
4. Основы иммунохимического анализа. Иммунохроматография.
5. Пассивная иммунотерапия. Технология получения иммуноглобулинов по методу Кона.
6. Препараты на основе живых культур микроорганизмов. Механизмы контроля молочнокислыми бактериями микрофлоры кишечника человека.
7. Препараты на основе живых культур микроорганизмов. Технология создания препаратов нормофлор и пробиотиков.
8. Использование иммунобиотехнологических тест-систем для контроля за санитарным состоянием окружающей среды.

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8-ой семестр – зачет с оценкой).**

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит два вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии.
2. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Перспективы биотехнологии в медицине.
3. Сбор и получение информации: диагностикумы, биосенсоры, использование биотехнологических решений и приемов для получения информации (понятие о биотехнологическом приеме).
4. Профилактика заболеваний; получение собственно лекарственных средств (технологии получения инсулина, витамина С, витамина В<sub>2</sub>, резерпина, биоженшеня).
5. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Биообъекты в фармации, гигиене и санитарии.
6. Биотехнологические процессы, с начала и до конца обеспечиваемые биообъектом (на примере технологий получения витамина В<sub>12</sub>, рибофлавина, стрептокиназы, некоторых антибиотиков).
7. Биотехнологические процессы как стартовый этап для получения исходного сырья (на примере технологий получения дифтерийного анатоксина).
8. Использование биотехнологического процесса на одном из этапов получения лекарственного средства (биотрансформация - на примере технологии получения витамина С).

9. Подходы к совершенствованию биообъектов. Использование природных механизмов изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов.
10. Методы клеточной инженерии. Методы генной инженерии (в том числе получение видоспецифических для человека препаратов (интерфероны, интерлейкины, инсулин).
11. Способы иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях (адсорбция, ковалентное связывание, метод поперечных сшивок, инкапсулирование, иммобилизация путем включения в полимерную структуру).
12. Липосомы, наносферы, микросферы, таласферы. Аффинная хроматография.
13. Использование иммобилизованных биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний (технологии получения глюкозо-фруктозных сиропов, аминокислот из наперстянки шерстистой; глюкозный биосенсор.
14. Иммобилизованные биообъекты как лекарственные средства (стрептодеказа, современные шовные и перевязочные материалы, использование микрокапсул в косметологии).
15. Понятие об антигенах и антителах. Структура антител. Классификация антител. Естественный и искусственный иммунитет.
16. Понятие о реакциях гамма-глобулина. Технология получения противокорревого препарата серологической специфичности (реакции агглютинации и преципитации).
17. Клеточная инженерия. Гибридная технология получения моноклональных антител.
18. Использование моноклональных антител для очистки биологических жидкостей.
19. Иммуносенсоры. ДНК-или РНК-пробы.
20. Современная классификация вакцинных препаратов. Микробные живые вакцины (вакцина Кальмеда и Жерена (BCG), вакцина против туляремии, противочумная вакцина).
21. Вирусные живые вакцины: вакцина против оспы (Дженера), вакцина против вируса полиомиелита, вакцина против желтой лихорадки (Тейлора).
22. Технология получения живых вакцин. Убитые вакцины: брюшнотифозная вакцина (вакцина Венсена и вакцина Кале), вакцины против коклюша, холеры, дизентерии.
23. Технология получения убитых вакцин.
24. Анатоксины. Технология получения анатоксинов.
25. Сывороточные препараты. Рекомбинантные вакцины и вакцины-антигены.
26. Понятие о партнерских отношениях между микроорганизмами и организмом человека.
27. Роль нормальной микрофлоры кишечника человека в функционировании организма человека.
28. Технология получения препаратов нормофлоров, пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков.
29. Требования к штаммам, используемым для приготовления препаратов на основе живых культур микроорганизмов.
30. Использование биосенсоров и диагностических систем для контроля за воздухом и санитарным состоянием водных стоков.
31. Основные санитарные показатели для оценки уровня загрязнения окружающей среды.
32. Использование биотестов (морские светящиеся бактерии, простейшие тетрахимены, дафнии) для оценки влияния отходов на сапрофитную микрофлору и чистоты водных стоков.
33. Роль биотехнологии в санитарии и профилактике различных заболеваний

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (8-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Медицинская биотехнология» проводится в 8-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

|  |     |   |
|--|-----|---|
| «Утверждаю»<br>Заведующий<br>кафедрой биотехнологии<br>В. И. Панфилов<br><br>«__» _____ 20__ г.  | 10. | Министерство науки и высшего образования РФ                           |
|  |     | Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева   |
|  | 11. | Кафедра биотехнологии   |
|  | 12. | Код и наименование направления подготовки<br>19.03.01 «Биотехнология» |
|  | 13. | Медицинская биотехнология   |
| <b>Билет № 1</b>   |     |   |
| 1. Биотехнологические процессы как стартовый этап для получения исходного сырья (на примере технологий получения дифтерийного анатоксина). |     |   |
| 2. Использование биосенсоров и диагностических систем для контроля за воздухом и санитарным состоянием водных стоков.                      |     |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

- а) Основная литература
- Шакир И.В., Красноштанова А.А., Бабусенко Е.С., Парфенова Е.В., Суясов Н.А., Смирнова В.Д. Общая биотехнология. Лабораторный практикум. – учебное пособие РХТУ. – 2007 г. – 120 с.
  - Биотехнология <http://www.biotechnolog.ru/>
  - Мутовин Г.Р. Основы клинической генетики. – М.: Высшая школа, 2010. – с. 83-84.
  - Заяц Р.С. Основы медицинской генетики. – Мн.: Высшая школа, 2013. – с. 60-65.
- б) Дополнительная литература
- Дж. Бейли, Д. Оллис. Основы биохимической инженерии. – М.: Мир, 1989 г.
  - Биотехнология: принципы и применение./ Пер. с англ. под ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонса. – М.: Мир, 1988 г.
  - Дроздова Т.Е., Иванова Е.П. Основы биотехнологии. М.: МГОУ, 2001
  - Казанская Н.Ф., Ларионова Н.И., Торчилин В.П. Ферменты и белковые препараты в медицине // Биотехнология. М.: Наука, 1984

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099

- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

#### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- 50);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 31).

### 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС)

Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Медицинская биотехнология» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Основные механизмы передачи, изменения, восстановления и реализации генетической информации должны быть представлены на настенных плакатах или с использованием демонстрационных средств в формате Microsoft PowerPoint.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии                                 |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li></ul> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. |

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>InfoPath</b></p> |  | на обновлённую версию продукта)  |  |
| 2 | Microsoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013                | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3 | <p>O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word 365<br/>Excel 365<br/>PowerPoint 365<br/>Microsoft Teams</p>                      | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

|    |  |                                       |  |            |
|----|--|---------------------------------------|--|------------|
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование модулей  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки                             |
|---|--|--|
| Раздел 1. Общие принципы работы биообъектов в медицинских биотехнологиях. | Знает: основные задачи медицинской биотехнологии; определение медицинской биотехнологии, условия работы биообъектов в биотехнологических системах.<br>Умеет: использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний<br>Владеет: методами клеточной инженерии; методами генной инженерии | Оценка за контрольную работу №1<br>Оценка за зачет с оценкой |
| Раздел 2. Понятие об иммунологии.   | Знает: отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий;<br>Умеет: использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов<br>Владеет: методами клеточной инженерии;  | Оценка за контрольную работу №2<br>Оценка за зачет с оценкой |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Раздел 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов. | Знает: подходы к совершенствованию биообъектов<br>Умеет: использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов; использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний<br>Владеет: методами клеточной инженерии; методами генной инженерии  | Оценка за контрольную работу №3<br>Оценка за зачет с оценкой |
| Раздел 4. Санитарная и профилактическая биотехнология.       | Знает: подходы к совершенствованию биообъектов, современные прививочные препараты.<br>Умеет: использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов; использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний; использовать биосенсоры и биотесты.<br>Владеет: методами клеточной инженерии; методами генной инженерии | Оценка за контрольную работу №4<br>Оценка за зачет с оценкой |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Медицинская биотехнология»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения |
|----------------------------|---------------------------------|---|
|                            |                                 |   |
|                            |                                 |   |
|                            |                                 |   |
|                            |                                 |   |
|                            |                                 |   |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Биогеотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена:  
к.х.н., доцентом кафедры биотехнологии М.М. Бауриной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д. И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Биогеотехнология» относится к вариативной части учебного плана дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по разделам химии, биохимии, общей биологии, микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии и имеют представления о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека.

**Цель** дисциплины «Биогеотехнология» дать студенту целостные представления о современных эффективных методах добычи и переработки минерального сырья, создании безотходных и малоотходных технологий, обеспечивающих комплексное использование минеральных ресурсов.

**Задачи** изучения дисциплины «Биогеотехнология» сводятся к обучению студентов навыкам составления и анализа технологических схем извлечения металлов из руд, концентратов, горных пород и растворов под действием микроорганизмов и их метаболитов, а также приобретению студентами знаний и навыков, необходимых будущему бакалавру для обоснованных решений, как в части организации и проведения биотехнологических стадий, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий.

Дисциплина «Биогеотехнология» преподается в 8-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций:

- готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);
- способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);
- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

**Знать:**

44. основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
45. принципиальную схему биотехнологического производства;
46. экономические критерии оптимизации производства;
47. особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
48. основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
49. биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
50. закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
51. модели роста и образования продуктов;
52. методы культивирования,

**Уметь:**

78. выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
79. осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
80. проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
81. использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
82. определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
83. выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства,

**Владеть:**

80. методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
81. методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;
82. методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;
83. методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы | Объем дисциплины |          |         |
|--------------------|------------------|----------|---------|
|                    | ЗЕ               | Акад. ч. | Астр.ч. |
|                    |                  |          |         |

|  |                        |            |           |
|--|------------------------|------------|-----------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>            | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции (Лек)                                   | 0,89                   | 16         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки    |                        |            |           |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89                   | 16         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки    |                        |            |           |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>            | <b>2,11</b>            | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,11                   | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 75,6       | 56,7      |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |            |           |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | +                      | +          | +         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины

| № п/п    | Раздел дисциплины   | Часов     |                          |          |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|----------|---|-----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|          |   | Всего     | в т.ч. в форме пр. подг. | Лекции   | в т.ч. в форме пр. подг. | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг. | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг. | Самостоятельная работа |
|          | <b>Введение.</b> Современное состояние и перспективы развития биогeотехнологии. | <b>3</b>  | <b>0</b>                 | <b>1</b> | <b>0</b>                 | <b>0</b>             | <b>0</b>                 | <b>0</b>            | <b>0</b>                 | <b>2</b>               |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1.</b> Микроорганизмы и их роль в биогeотехнологии металлов.          | <b>27</b> | <b>0</b>                 | <b>4</b> | <b>0</b>                 | <b>5</b>             | <b>0</b>                 | <b>0</b>            | <b>0</b>                 | <b>18</b>              |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2.</b> Способы бактериального выщелачивания цветных металлов.         | <b>37</b> | <b>0</b>                 | <b>8</b> | <b>0</b>                 | <b>7</b>             | <b>0</b>                 | <b>0</b>            | <b>0</b>                 | <b>22</b>              |
| 2.1      | Технология кучного и подземного выщелачивания.                                  | 17        | 0                        | 3        | 0                        | 3                    | 0                        | 0                   | 0                        | 11                     |
| 2.2      | Технология чанового выщелачивания.  | 20        | 0                        | 5        | 0                        | 4                    | 0                        | 0                   | 0                        | 11                     |

|          |   |            |          |           |          |           |          |          |          |           |
|----------|---|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
|          |   |            |          |           |          |           |          |          |          |           |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Технологические аспекты переработки коллективных руд, концентратов и минерального сырья.</b> | <b>41</b>  | <b>0</b> | <b>3</b>  | <b>0</b> | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>34</b> |
| 3.1      | Переработка концентратов и коллективных руд. Обогащение руд.  | 15         | 0        | 1         | 0        | 2         | 0        | 0        | 0        | 12        |
| 3.2      | Микробиологическая переработка минерального сырья.  | 13         | 0        | 1         | 0        | 1         | 0        | 0        | 0        | 11        |
| 3.3      | Биосорбция металлов из растворов. Типы взаимодействий между металлами и микробной клеткой.                | 13         | 0        | 1         | 0        | 1         | 0        | 0        | 0        | 11        |
|          | <b>ИТОГО</b>  | <b>108</b> | <b>0</b> | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>76</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Основные вопросы, решаемые биогеотехнологией. Современное состояние и перспективы развития биогеотехнологии.

### **Раздел 1. Микроорганизмы и их роль в биогеотехнологии металлов.**

Микроорганизмы и микробиологические процессы, важные для гидрометаллургии: окисление сульфидных минералов, элементарной серы и закисного железа; образование органотрофными микроорганизмами органических соединений, перекисей и т.д., способных деструктировать минералы и окислять или восстанавливать химические элементы с переменной валентностью; аккумуляция микроорганизмами химических элементов или их осаждение.

### **Раздел 2. Способы бактериального выщелачивания цветных металлов.**

Определение пригодности руд для выщелачивания. Определение химического состава руд, концентратов и продуктов выщелачивания. Интенсификация процессов бактериального выщелачивания.

**2.1. Технология кучного и подземного выщелачивания.** Общие положения кучного и подземного выщелачивания. Выщелачивание цветных металлов в отвалах. Кучное выщелачивание дробленной рудной породы, отходов горнодобывающей промышленности, побочных бедных руд. Бактериальное выщелачивание выработанных рудных залежей на месте залегания. Выщелачивание урана на месте залегания. Технологическая схема кучного и подземного бактериально-химического выщелачивания меди, никеля и кобальта из медно-никелевых руд. Обогащение руд цветных металлов с использованием сульфатредуцирующих бактерий.

**2.2. Технология чанового выщелачивания.** Общие положения чанового выщелачивания. Технология чанового бактериального выщелачивания сульфидных концентратов в различных режимах культивирования бактерий.

Технологические аспекты переработки сульфидных концентратов. Извлечение урана, золота, серебра, меди и других металлов из окисных руд или упорных сульфидных концентратов. Переработка оловосодержащих концентратов. Технологическая схема очистки оловянного концентрата от мышьяка и комплексная переработка оловянно-медно-мышьяковых концентратов. Выщелачивание марганца. Микробиологическое выщелачивание алюминия.

### **Раздел 3. Технологические аспекты переработки коллективных руд, концентратов и минерального сырья.**

**3.1. Переработка концентратов и коллективных руд.** Переработка коллективных медно-цинковых руд и концентратов. Переработка медно-никелевых, свинцово-цинковых, медно-висмутовых, сурьмяно-ртутных и других концентратов.

Переработка золотосодержащих концентратов. Извлечение золота из сульфидных руд: окисление сульфидных минералов. Переработка золотомышьяковых руд и концентратов: бактериальная безобжиговая технология. Извлечение золота из углистых золотомышьяковых концентратов. Выщелачивание самородного золота.

**3.2. Микробиологическая переработка минерального сырья. Обогащение руд.** Микробиологический способ обезжелезивания минерального сырья. Биогеотехнология обессеривания углей. Биогеотехнология и борьба с метаном в угольных шахтах. Биогеотехнология и повышение отдачи нефтеотдачи пластов. Обогащение руд и концентратов. Применение сульфатредуцирующих бактерий в процессах флотации окисленных минералов.

**3.3. Биосорбция металлов из растворов.** Микробиологическое извлечение металлов из растворов и сточных вод. Новые направления в биогидрометаллургии: биосорбция (извлечение из разбавленных растворов свинца, ртути, меди, никеля, хрома, урана, золота, серебра, платины, селена), осаждение металлов в виде сульфидов или цианидов (извлечение меди), восстановление  $\text{Cr}^{6+}$  в бытовых сточных водах. Типы взаимодействий между металлами и микробной клеткой.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел |   |   |
|---|---|--------|---|---|
|   |   | 1      | 2 | 3 |
|   | <b>Знать:</b>   |        |   |   |
| 1 | основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;                            | +      | + | + |
| 2 | принципиальную схему биотехнологического производства;  | +      | + | + |
| 3 | экономические критерии оптимизации производства;  | +      | + | + |
| 4 | особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;   | +      | + | + |
| 5 | основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;   | +      | + | + |
| 6 | биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; | +      | + | + |
| 7 | методы культивирования;   | +      | + | + |
| 8 | основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов;   |        | + | + |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 9  | важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии.   | + | + | + |
|    | <b>Уметь:</b>  |   |   |   |
| 10 | осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории;   | + | + | + |
| 11 | выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; | + | + | + |
| 12 | осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;                               | + | + | + |
| 13 | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;  | + | + | + |
| 14 | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;                                | + | + | + |
| 15 | определять параметры сырья и продукции при их сертификации;  | + | + | + |
| 16 | выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.                | + | + | + |
|    | <b>Владеть:</b>  |   |   |   |
| 17 | методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;  | + | + | + |
| 18 | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;                                    | + | + | + |
| 19 | методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;                    | + | + | + |
| 20 | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.  | + | + | + |
|    | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции: обладать</b>                                   |   |   |   |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 21 | ПК-3. готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;                             | + | + | + |
| 22 | ПК-8. способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности; | + | + | + |
| 23 | ПК-9. владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);  | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ(СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | Микроорганизмы и микробиологические процессы, важные для гидрометаллургии:  | 2    |
| 2     | 1                    | Образование органотрофными микроорганизмами органических соединений, перекисей  | 2    |
| 3     | 2                    | Общие положения кучного и подземного выщелачивания.   | 2    |
| 4     | 2                    | Технологическая схема кучного и подземного бактериально-химического выщелачивания меди, никеля и кобальта из медно-никелевых руд. | 2    |
| 5     | 2                    | Технология чанового бактериального выщелачивания сульфидных концентратов в различных режимах культивирования бактерий.            | 2    |
| 6     | 3                    | Переработка концентратов и коллективных руд.  | 2    |
| 7     | 3                    | Микробиологическая переработка минерального сырья. Обогащение руд.  | 2    |
| 8     | 3                    | Биосорбция металлов из растворов  | 2    |

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает подготовку к сдаче экзамена по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного

материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

##### **Вопрос 1.1.**

1. Микробиологические процессы в биоготехнологии металлов.
2. Технологическая схема переработки сульфидных концентратов.
3. Способы бактериального выщелачивания цветных металлов.
4. Комплексная переработка коллективных руд.

##### **Вопрос 1.2.**

1. Выщелачивание самородного золота.
2. Выщелачивание марганца.
3. Микробиологическое выщелачивание алюминия.
4. Микробиологический способ обезжелезивания минерального сырья.

#### **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

##### **Вопрос 2.1.**

1. Очистка оловянного концентрата от мышьяка и комплексная переработка оловянно-медно-мышьяковых концентратов.
2. Переработка коллективных медно-цинковых руд и концентратов.
3. Бактериальное выщелачивание выработанных рудных залежей на месте залегания.
4. Извлечение золота из сульфидных руд: окисление сульфидных минералов.

##### **Вопрос 2.2.**

1. Деструкция феррицианидов микробным сообществом почв в аэробных и анаэробных условиях.
2. Переработка сурьмяно-ртутных концентратов.
3. Обогащение руд цветных металлов с использованием сульфатредуцирующих бактерий.
4. Извлечение золота, серебра, меди и других металлов из окисных руд или упорных сульфидных концентратов.

### Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.

#### Вопрос 3.1.

1. Извлечение золота из углистых золотомышьяковых концентратов.
2. Выщелачивание цветных металлов в отвалах.
3. Извлечение из разбавленных растворов свинца, ртути, меди, никеля, хрома, урана, золота, серебра, платины, селена.
4. Извлечение золота из сульфидных руд: окисление сульфидных минералов.
5. Повышение нефтеотдачи пластов методами биотехнологии.

#### Вопрос 3.2.

1. Биологический способ извлечения теллура из растворов.
2. Выщелачивание и обогащение марганцевых руд.
3. Биовыщелачивание кобальт-содержащих пиритов.
4. Утилизация метана в шахтах.
5. Удаление серосодержащих соединений из угля.
6. Биосорбция урана.

### 8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8-ой семестр – зачет с оценкой).

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

- Выщелачивание цветных металлов в отвалах.
- Извлечение из разбавленных растворов свинца, ртути, меди, никеля, хрома, урана, золота, серебра, платины, селена.
- Извлечение золота из сульфидных руд: окисление сульфидных минералов.
- Повышение нефтеотдачи пластов методами биотехнологии.
- Биологический способ извлечения теллура из растворов.
- Микробиологическое выщелачивание алюминия.
- Микробиологический способ обезжелезивания минерального сырья.

Максимальное количество баллов за зачет – 40 баллов.

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета (8-ой семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Биогеотехнология» проводится в 8-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из трех вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой

|   |  |
|---|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой<br>биотехнологии | Министерство науки и высшего образования РФ  |
|   | <b>Российский химико-технологический<br/>университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |
|   | <b>Кафедра биотехнологии</b>   |

|  |  |
|--|--|
| _____ В.И.<br>Панфилов<br><br>«__» _____ 20__<br>г.  | <b>Направление подготовки бакалавров<br/>         19.03.01 Биотехнология</b> |
|  | <b>Дисциплина «Биогеотехнология»</b>   |
| <b>Билет № 1</b><br><br>1. Повышение нефтеотдачи пластов методами биотехнологии.<br>2. Микробиологические процессы в биогеотехнологии металлов.<br>3. Извлечение золота из сульфидных руд: окисление сульфидных минералов. |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

–Каравайко Г. И. Микроорганизмы и их роль в биотехнологии металлов. // Биогеотехнология металлов: практическое руководство / Ред. Каравайко Г. И. и др. М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1989 г. – 188 с.

–Кузнецов А. Е., Градова Н. Б., Лушников С. В. и др. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие в 2 т., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 г. – 485 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)

- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 170);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк тестовых заданий для промежуточного контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Биогеотехнология» проводятся в форме лекций и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран или ВВ-доска) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; рекламные проспекты с основными видами и характеристиками биотехнологической продукции.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| №<br>п/п | Наименование<br>программног<br>о | Реквизит<br>ы<br>договора | Количест<br>во<br>лицензий | Срок<br>окончания<br>действия |
|----------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|
|----------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|

|   | продукта   | поставки                                     |  | лицензии  |
|---|--|--|--|---|
| 1 | <p>Microsoft Office Professional Plus 2019</p> <p>В составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p><b>InfoPath</b></p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>12 месяцев (ежегодно е продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.</p>   |
| 2 | <p>Micosoft Office Standard 2013</p>   | <p>Контракт № 62-64ЭА/2013</p>               | <p>бессрочная</p>  | <p>Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.</p>   |
| 3 | <p>O365ProPlusOpenFelty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:<br/>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word 365<br/>Excel 365<br/>PowerPoint 365<br/>Microsoft Teams</p>   | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>12 месяцев (ежегодно е продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно с продлением подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                               | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8 | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro              | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
|    |  |  | рабочих станциях                               |            |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                      | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|--|---|--|
| Раздел 1. Микрорганизмы и их роль в биотехнологии металлов | <i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства, принципиальную схему биотехнологического производства, экономические критерии оптимизации производства, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов, основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними, биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта, методы | Оценка за контрольную работу №1 (8-ой семестр)<br><br>Оценка за зачет (8-ой семестр) |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>культивирования, важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории, выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования, осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации, выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><i>Владеет:</i> методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции, методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства, методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> |   |
| <p>Раздел 2.<br/>Способы бактериального выщелачивания цветных металлов .</p> | <p><i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства, принципиальную схему биотехнологического производства, экономические критерии оптимизации производства, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов, основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними, биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта, методы культивирования, основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов, важнейшие производства</p>  | <p>Оценка за контрольную работу №2 (8-ой семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №3 (8-ой семестр)</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории, выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования, осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции, определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><i>Владеет:</i> методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции, методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства, методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | Оценка за зачет (8-ой семестр)                  |
| <p>Раздел 3. Технологические аспекты переработки и коллективных руд, концентратов и минерального сырья.</p> | <p><i>Знает:</i> основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства, принципиальную схему биотехнологического производства, экономические критерии оптимизации производства, особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов, основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними, биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта, методы культивирования, основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов, важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии.</p>  | Рейтинговая контрольная работа по темам модуля. |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p><i>Умеет:</i> осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории, выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования, осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции, определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><i>Владеет:</i> методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред, методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции, методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства, методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> |  |
|--|--|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Биогеотехнология»**  
**основной образовательной программы**  
 19.03.01 «Биотехнология»  
 Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения   | Основание внесения изменения/дополнения                       |
|----------------------------|---|---|
| 1.                         | Обновление перечня лицензионного программного обеспечения                       | протокол заседания Ученого совета № 3 от «30» октября 2019 г. |
| 2.                         | Обновление перечня электронных информационных ресурсов и нормативных документов | протокол заседания Ученого совета № 3 от «30» октября 2019 г. |
|                            |   | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г.      |
|                            |   | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г.      |
|                            |   | протокол заседания Ученого совета №__ от «__»_____20__г.      |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_  
2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Пищевая биотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической  
комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена

к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии И.В. Шакир

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Пищевая биотехнология» относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, микробиологии и основ биотехнологии.

Пищевая биотехнология - перспективное направление науки. Сейчас пищевая промышленность превратилась в мощную отрасль народного хозяйства. Использование классических и внедрение новых технологий производства пищи, внедрение в строй современных производств по выработке новых продуктов питания, вкусовых добавок диктует необходимость подготовки высококвалифицированных специалистов в этой области.

Пищевая биотехнология является перспективным направлением в перерабатывающей промышленности, изучает биотехнологический потенциал сырья животного и растительного происхождения и пищевых добавок, в качестве которых используются новые ферментные препараты, продукты микробного синтеза, новые виды БАВ и многокомпонентные добавки. Дает комплекс знаний в области технологии и проектирования пищевых продуктов традиционного и нового поколения, функциональных и лечебно-профилактических изделий, пищевых и биологически активных веществ и добавок, комбинированных и обогащенных пищевых продуктов, а также биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.

**Цель дисциплины** «Пищевая биотехнология» - научить студентов основам технологических процессов производства пищевой продукции с использованием микроорганизмов, ферментных препаратов, а также добавок пищевых и биологически активных веществ;

**Задачами дисциплины** «Пищевая биотехнология» являются:

- ознакомление с классическими технологиями получения пищевых продуктов, а также с разработкой новых видов продукции лечебно-профилактического назначения, биологически активных веществ, пищевых добавок и др.;

- развитие способностей к анализу полученной информации о составе продуктов, изучению способов конструирования различных современных комбинированных продуктов питания.

Дисциплина «Пищевая биотехнология» преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 14. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных (ПК) компетенций:

обладать: готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3); владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10); готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11);

После изучения дисциплины «Пищевая биотехнология» студент должен:

*знать:*

53. основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;

54. принципиальную схему биотехнологического производства;

55. экономические критерии оптимизации производства;

56. основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними;

57. биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в био-реакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта пищевого назначения;

58. закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;

59. методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения;

*уметь:*

84. осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;

85. проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

86. использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;

87. определять параметры сырья и продукции при их сертификации;

88. выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства,

*владеть:*

84. методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;

85. методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;

86. методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;

87. методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

### 15. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |           |                 |
|--|------------------|-----------|-----------------|
|  | ЗЕ               | Ак. ч     | Ас<br>тр<br>. ч |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2,0</b>       | <b>72</b> | <b>54</b>       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,8</b>       | <b>32</b> | <b>24</b>       |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>0</b>         | <b>0</b>  | <b>0</b>        |
| Лекции (Лек)   | 0,4<br>4         | 16        | 12              |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                | 0         | 0               |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,4<br>4         | 16        | 12              |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                | 0         | 0               |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>1,1</b>       | <b>40</b> | <b>30</b>       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 1,1              | 39,8      | 29,<br>85       |
| Контактная самостоятельная работа                      | 1                | 0,2       | 0,1<br>5        |
| <b>Зачёт</b>   | <b>+</b>         | <b>+</b>  | <b>+</b>        |
| <b>Вид контроля</b>                                    | <b>зачёт</b>     |           |                 |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины  | Часов |                                      |        |                                      |                         |                                   |                        |                                      |                           |
|--------------|--|-------|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
|              |  | Всего | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лекции | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практические<br>занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лабораторные<br>работы | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самостоятельная<br>работа |
|              | Введение   | 6     | 0                                    | 2      | 0                                    | 2                       | 0                                 | 0                      | 0                                    | 2                         |
| 1            | Раздел 1. Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности. | 24    | 0                                    | 6      | 0                                    | 6                       | 0                                 | 0                      | 0                                    | 12                        |
| 2            | Раздел 2. Пищевая биотехнология продуктов из сырья животного и растительного происхождения.            | 22    | 0                                    | 4      | 0                                    | 4                       | 0                                 | 0                      | 0                                    | 14                        |
| 3            | Раздел 3. Новые формы белковой пищи.   | 20    | 0                                    | 4      | 0                                    | 4                       | 0                                 | 0                      | 0                                    | 12                        |
|              | ИТОГО:   | 72    | 0                                    | 16     | 0                                    | 16                      | 0                                 | 0                      | 0                                    | 40                        |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Современное состояние пищевой биотехнологии.

**Раздел 1. Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности.** Пищевые кислоты (лимонная, молочная, уксусная). Аминокислоты. Липиды. Витамины. Ферментные препараты. Биомасса микроорганизмов как источник белка. Микроорганизмы, используемые в пищевой промышленности. Хлебопекарные дрожжи и их экспертиза. Пищевые добавки, получаемые биотехнологическим путем (подкислители, усилители вкуса, ароматизаторы, красители, загустители и др.).

**Раздел 2. Пищевая биотехнология продуктов из сырья животного и растительного происхождения.** Молочные продукты и их классификация в зависимости от используемых заквасок. Процессы, протекающие при ферментации молока. Микроорганизмы, входящие в состав заквасок. Функциональная роль бактерий. Бифидопродукты. Биотехнологические процессы в производстве мясных и рыбных продуктов. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения. Бродильные производства. Пивоварение. Особенности производства различных спиртосодержащих продуктов. Хлебопечение. Производство фруктовых соков. Микромицеты в производстве продуктов растительного происхождения.

**Раздел 3. Новые формы белковой пищи.** Белок как сырье для производства новых форм пищи. Основные критерии качества пищевого белка. Функциональные свойства белка (растворимость и гелеобразующие свойства). Получение пищевого белка. Антипитательные компоненты белкового сырья. Выбор рациональной технологии выделения белка. Белки бобов сои, белковые изоляты из шрота семян подсолнечника. Грибы как источник белка. Основные процессы переработки белка в новые формы пищи. Ресурсосберегающие технологии комплексной переработки листостебельной биомассы сеяных трав и других видов растительного сырья. Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками. Комбинированные пищевые продукты. Международные стандарты и современные направления развития управления качеством. Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате изучения дисциплины студент должен | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|---|---|----------|----------|----------|
|   | <b><i>Знать:</i></b>                            |          |          |          |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 1  | основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства.                              | + |   |   |
| 2  | принципиальную схему биотехнологического производства.  | + | + | + |
| 3  | экономические критерии оптимизации производства.  | + |   |   |
| 4  | основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними.   | + |   |   |
| 5  | биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта пищевого назначения. |   | + |   |
| 6  | закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма.  |   | + |   |
| 7  | методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения.  |   | + | + |
|    | <b>Уметь:</b>   |   |   |   |
| 8  | осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.  | + | + | + |
| 9  | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.   |   |   | + |
| 10 | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.   |   |   | + |
| 11 | определять параметры сырья и продукции при их сертификации.   | + | + |   |
| 12 | выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства  | + | + |   |
|    | <b>Владеть:</b>   |   |   |   |
| 13 | методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;   | + |   |   |
| 14 | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;   | + | + | + |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 15 | методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;                              | + |   | + |
| 16 | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов   |   |   | + |
|    | <b>компетенции: обладать</b>   |   |   |   |
| 17 | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);   | + | + | + |
| 18 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | + | + | + |
|    | готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11); | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1.                   | Микроорганизмы, используемые в пищевой промышленности.  | 2    |
| 2     | 1.                   | Хлебопекарные дрожжи и их экспертиза.   | 2    |
| 3     | 1.                   | Пищевые добавки, получаемые биотехнологическим путем (подкислители, усилители вкуса, ароматизаторы, красители, загустители и др.).  | 2    |
| 4     | 2.                   | Бродильные производства. Пивоварение.   | 1    |
| 5     | 2.                   | Особенности производства различных спиртосодержащих продуктов.  | 2    |
| 6     | 2.                   | Хлебопечение  | 1    |
| 7     | 3.                   | Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками.  | 2    |
| 8     | 3.                   | Комбинированные пищевые продукты.   | 1    |
| 9     |                      | Международные стандарты и современные направления развития управления качеством. Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья. | 2    |

## **6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку реферата по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с периодическими изданиями и с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов),

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 100 баллов и составляет по 30 баллов за 1-ую и 2-ую и 40 баллов за 3-ю.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

В-1. Принципиальная технологическая схема получения пищевых кислот на примере лимонной кислоты.

В-2. Принципиальная технологическая схема получения пищевых кислот на примере молочной кислоты

В-3. Принципиальная технологическая схема получения пищевых кислот на примере уксусной кислоты.

В-4. Принципиальная технологическая схема получения каротиноидов.

В-5. Принципиальная технологическая схема получения ферментных препаратов при поверхностном культивировании микроорганизмов.

В-6. Принципиальная технологическая схема получения ферментных препаратов при глубинном культивировании микроорганизмов.

В-7. Принципиальная технологическая схема получения пекарских дрожжей и т.д.

## **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

В-1. Современные загустители.

В-2. Получение стойких красителей биотехнологическими методами.

В-3. Требования к ароматизаторам, используемым в пищевой промышленности.

В-4. Усилители вкуса.

В-5. Классификация подсластителей. Подсластители растительного происхождения и т.д.

В-6. Виды модифицированных крахмалов.

В-7. Роль пищевых добавок в производстве продуктов быстрого приготовления.

## **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит один творческий вопрос.**

В-1. Пробиотики и пребиотики. Синбиотики.

В-2. Получение текстурированных белков – принципиальная схема.

В-3. Принципиальная схема выделения белка из растительных источников.

В-4. Антипитательные компоненты белкового сырья.

В-5. Комбинированные пищевые продукты. Конструирование.

В-6. Микробиологический контроль продовольственного сырья.

В-7. Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками.

### **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Оценочные средства приведены в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **9.1. Рекомендуемая литература.**

А) Основная литература:

1. Пищевая биотехнология: В 4 кн. Кн.1. Основы пищевой биотехнологии (Электронный ресурс) /И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева –М.: КолосС, 2013.-

- (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).-  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953201044.html>.
2. Шмидт Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия.- М.:БИНОМ.Лаборатория знаний.2014.-328 с.
  3. Иванова Л.А. Пищевая биотехнология/Учебное пособие для студентов вузов.- М.:КолосС, 2008-471с.
  4. Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи.-М.:КолосС, 2007.- 853 с
  5. Рогов И.А., Жаринов А.И., Воякин М.П. Химия пищи. Принципы формирования качества мясopодуКТов.- СПб.: Изд-во РАПП, 2008.-340с.

**Б) Дополнительная литература:**

1. Голубев В.Н., Жиганов И.Н. Пищевая биотехнология. - М.: Делипринт, 2003.- 123 с.
2. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. -3-е изд., перераб. и доп. М.: Элевар, 2000 . - 512 с.
3. Елинов Н.П. Основы биотехнологии: Для студентов институтов. - СПб: Наука, 1995. - 600 с.
4. Неверова О.А., Гореликова Г.А., Поздняковский В.М. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения.-Новосибирск, Сибирское университетское изд-во, 2007.-416с.
5. Храпцов А.Г. Безотходная переработка молочного сырья.- М.:КолосС, 2008, 200с.
6. Растительный белок - новые перспективы. Под ред. д.х.н. Браудо Е.Е. - М.: Пищепромиздат, 2000.
7. Шакир И.В., Гордиенко М.Г., Баурин Д.В., Кареткин Б.А., Грошева В.Д., Панфилов В.И. Биополимеры растений. Биоконверсия первичного и вторичного растительного сырья: учебное пособие – М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016.-180 с.

**9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

**Интернет-ресурсы**

- 1) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)

- 4) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

компьютерные презентации интерактивных лекций – 8 , (общее число слайдов – 130);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);

- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muotr.ru/university/departments/uu/e-learning/>

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 72).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Пищевая биотехнология» проводятся в форме лекций, практических занятий (семинаров) и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; образцы некоторых пищевых продуктов (подсластители, ароматизаторы и др.).

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты основных производителей.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Microsoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно с продлением подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                               | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8 | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro              | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
|    |  |  | рабочих станциях                             |            |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки            |
|--|---|---|
| <b><i>Раздел 1. Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности.</i></b> | <b>Знает:</b> основные принципы организации биотехнологического производства (производство пищевых кислот (лимонной, молочной, уксусной), аминокислот, липидов, витаминов, ферментных препаратов и др.), его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические | Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр) |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.</p> <p><b>Умеет:</b> выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><b>Владеет:</b> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p>  |  |
| <p><b>Раздел 2. Пищевая биотехнология продуктов из сырья животного и растительного происхождения.</b></p> | <p><b>Знает:</b> основные принципы организации биотехнологического производства кисломолочных и функциональных продуктов, продуктов пивоварения, хлебопечения и др., его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.</p> <p><b>Умеет:</b> выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><b>Владеет:</b> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;</p> | <p>контрольную работу №2 (6 семестр)</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p>  |  |
| <p><b>Раздел 3. Новые формы белковой пищи.</b></p> | <p><b>Знает:</b> основные принципы организации биотехнологического производства пищевого белка, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта.</p> <p><b>Умеет:</b> выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><b>Владеет:</b> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | <p>контрольную работу №3 (6 семестр)</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Пищевая биотехнология»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы токсикологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена

к.т.н., ст. преподавателем кафедры биотехнологии Н.Ю. Хромовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы токсикологии» относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биотехнологии, микробиологии, экологии.

**Цель дисциплины "Основы токсикологии"** - научить студентов основам обеспечения безопасности технологических процессов биотехнологических производств с использованием общих закономерностей и конкретных механизмов повреждающего действия токсических веществ.

**Задачами** изучения дисциплины являются:

- оценка биологической безопасности сырья, добавок, биологически активных веществ;
- знание закономерностей и конкретных механизмов повреждающего действия токсических веществ;
- использование достижений молекулярной и генетической инженерии для создания новых технологий продуктов питания;
- разработка способов утилизации и обезвреживания отходов предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности.

Дисциплина «Основы токсикологии» преподается в 6-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

*обладать:* готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11); готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3); владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

- основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- принципиальную схему биотехнологического производства;
- физико-химические свойства отравляющих веществ, их токсические эффекты;
- значение экспериментального метода в изучении интоксикаций; его возможности, ограничения и перспективы;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в

биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта пищевого назначения.

- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма.

- методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения.

*уметь:*

- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;

- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;

- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;

- устанавливать количественные характеристики токсичности, причинно-следственные связи между действием химического вещества на организм и развитием той или иной формы токсического процесса;

- использовать результаты токсикометрических исследований для разработки системы нормативных и правовых актов, обеспечивающих химическую безопасность населения, уточнять нормативные акты применительно к конкретным условиям действия вещества;

- проводить сравнительную оценку эффективности средств и методов обеспечения мер, обеспечивающих сохранение жизни, здоровья, работоспособности людей;

- выявлять факторы, влияющие на токсичность вещества (особенности биологического объекта, особенности свойств токсиканта, особенности их взаимодействия контактирующих с химическими веществами);

- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта

*владеть:*

- методами очистки и стерилизации воздуха и питательных сред;

- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;

- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;

- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |           |           |
|--|------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр.ч    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2,0</b>       | <b>72</b> | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>      | <b>32</b> | <b>24</b> |
| Лекции (Лек)                                   | 0,44             | 16        | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44             | 16        | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,11</b>      | <b>40</b> | <b>30</b> |

|  |              |      |       |
|--|--------------|------|-------|
| Контактная самостоятельная работа            |              | 0,2  | 0,15  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,11         | 39,8 | 29,85 |
| <b>Вид контроля:</b>                         |              |      |       |
| <b>Зачет</b>                                 | +            | +    | +     |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет</b> |      |       |

#### 4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины   | Акад. часов |                          |        |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|-------|---|-------------|--------------------------|--------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|       |   | Всего       | в т.ч. в форме пр. подг. | Лекции | в т.ч. в форме пр. подг. | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг. | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг. | Самостоятельная работа |
|       | Введение. Предмет, цель, задачи и структура токсикологии  | 6           | 0                        | 2      | 0                        | 2                    | 0                        | 0                   | 0                        | 2                      |
| 1     | Раздел 1. Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве . | 23          | 0                        | 6      | 0                        | 5                    | 0                        | 0                   | 0                        | 12                     |
| 2     | Раздел 2. Микробиологические источники токсических веществ и соединений.  | 23          | 0                        | 4      | 0                        | 5                    | 0                        | 0                   | 0                        | 14                     |
| 3     | Раздел 3. Обеспечение безопасности биотехнологических производств   | 20          | 0                        | 4      | 0                        | 4                    | 0                        | 0                   | 0                        | 12                     |
|       | ИТОГО:  | 72          | 0                        | 16     | 0                        | 16                   | 0                        | 0                   | 0                        | 40                     |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины.

**Введение.** Предмет токсикологии. Цель и задачи токсикологии. Структура токсикологии.

### **Раздел 1. Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве.**

Основные понятия токсикологии. Токсикант (яд). Бактериальные токсины. Микотоксины. Токсины высших растений. Токсины животных (зоотоксины).

Токсический процесс. Интоксикация (отравление).

Транзиторные токсические реакции. Аллобиоз. Специальные токсические процессы. Гипоксия. Определение понятия. Экзогенная и эндогенная гипоксия. Этиопатогенез и последствия гипероксической и гипоксической гипоксии. Респираторная гипоксия.

Гемическая гипоксия. Врожденные гемоглобинопатии как причины гемической гипоксии. Тканевой тип гипоксии. Вторичная тканевая гипоксия. Ингибирование ферментов биологического окисления – как причина тканевой гипоксии. Уровни адаптации к гипоксии.

Механизмы адаптации. Горная болезнь – патогенез, защитно-компенсаторные реакции. Токсикометрия. Токсичность. Кривая «доза – эффект».

Токсикокинетика. Общие понятия. Резорбция. Ингаляционное поступление. Поступление через желудочно-кишечный тракт. Распределение. Транспорт веществ кровью.

Поступление в ткани. Элиминация. Экскреция. Лёгочная экскреция. Почечная экскреция. Печёночная экскреция. Метаболизм ксенобиотиков (биотрансформация). Количественные характеристики токсикокинетики.

Токсикодинамика. Механизм токсического действия. Химизм реакции токсикант – рецептор. Взаимодействие токсикантов с белками. Взаимодействие токсикантов с нуклеиновыми кислотами. Взаимодействие токсикантов с липидами мембран.

Взаимодействие с реактивными структурами возбудимых мембран. Общие механизмы цитотоксичности. Нарушение процессов биоэнергетики. Активация свободнорадикальных процессов в клетке. Повреждение мембранных структур. Нарушение гомеостаза внутриклеточного кальция. Повреждение процессов синтеза белка и клеточного деления. Развитие токсического процесса.

### **Раздел 2. Микробиологические источники токсических веществ и соединений.**

Антидоты. Общие принципы оказания неотложной помощи отравленным.

Характеристика современных антидотов. Применение противоядий. Разработка новых антидотов. Основные принципы оказания первой, доврачебной и первой врачебной помощи при острых отравлениях.

Отравляющие и высокотоксичные вещества раздражающего действия. Общая характеристика. Физико-химические свойства. Токсичность. Методы изучения раздражающего действия. Основные проявления поражения. Патогенез токсического процесса. Механизм действия. Оказание помощи. Медицинская защита. Медицинские средства защиты и порядок их использования.

Отравляющие и высокотоксичные вещества пульмонотоксического действия. Основные формы патологии дыхательной системы химической этиологии. Локализация поражения. Поражение дыхательных путей. Поражение паренхимы лёгких. Токсические пневмонии. Отёк лёгких. Токсический отёк лёгких. удушающего действия. Характеристика отдельных представителей отравляющих и высокотоксичных веществ удушающего действия. Фосген. Хлор. Оксиды азота. Паракват. Диагностика поражения отравляющих и

высокотоксичных веществ удушающего действия. Медицинская защита. Оказание помощи.

Медицинские средства защиты. Кислородтерапия. Кортикостероидные препараты. Отравляющие и высокотоксичные вещества общедовитого действия. Отравляющие и высокотоксичные вещества, нарушающие кислородтранспортные функции крови. Отравляющие и высокотоксичные вещества, нарушающие функции гемоглобина.

Отравляющие и высокотоксичные вещества, образующие карбоксигемоглобин. Карбонилы металлов. Оксид углерода (СО). Отравляющие и высокотоксичные вещества, образующие метгемоглобин. Нитро- и аминсоединения ароматического ряда. Нитриты. Взрывные (пороховые) газы. Отравляющие и высокотоксичные вещества, разрушающие эритроциты (гемолитики). Мышьяковистый водород (Арсин – AsH<sub>3</sub>). Отравляющие и высокотоксичные вещества, нарушающие тканевые процессы биоэнергетики. Ингибиторы ферментов цикла Кребса. Фторорганические соединения. Фторуксусная кислота. Ингибиторы цепи дыхательных ферментов. Синильная кислота и её соединения. Разобщители тканевого дыхания. Динитро-орто-крезол. Физико-химические свойства. Токсичность.

Токсикогенетика. Основные проявления интоксикации. Механизм токсического действия.

Медицинские средства защиты.

### **Раздел 3. Обеспечение безопасности биотехнологических производств.**

Отравляющие и высокотоксичные вещества цитотоксического действия.

Ингибиторы синтеза белка и клеточного деления. Ингибиторы синтеза белка и клеточного деления, образующие аддукты ДНК и РНК. Иприты. Ингибиторы синтеза белка, не образующие аддукты ДНК и РНК. Циан. Тиоловые яды. Соединения мышьяка. Неорганические соединения мышьяка. Галогенированные алифатические арсины. Галогенированные ароматические арсины. Токсичные модификаторы пластического обмена.

Диоксины. Полихлорированные бифенилы (ПХБ).

Отравляющие и высокотоксичные вещества нейротоксического действия. Вещества, вызывающие преимущественно функциональные нарушения со стороны нервной системы.

Отравляющие и высокотоксичные вещества нервнопаралитического действия.

Отравляющие и высокотоксичные вещества судорожного действия. Конвульсанты действующие на холинореактивные синапсы. Ингибиторы холинэстеразы. Конвульсанты, действующие на ГАМК-реактивные синапсы. Ингибиторы синтеза ГАМК.

Пресинаптические блокаторы высвобождения ГАМК. Антагонисты ГАМК. Отравляющие и высокотоксичные вещества паралитического действия. Международные стандарты и современные направления развития управления качеством. Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.

## **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  | В результате освоения дисциплины студент должен: | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|--|--|----------|----------|----------|
|  | <b><i>Знать:</i></b>                             |          |          |          |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 1  | основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства.                              | + |   |   |
| 2  | физико-химические свойства отравляющих веществ, их токсические эффекты.   | + |   |   |
| 3  | принципиальную схему производства   |   | + |   |
| 4  | значение экспериментального метода в изучении интоксикаций; его возможности, ограничения и перспективы.   | + |   |   |
| 5  | биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта пищевого назначения. |   | + |   |
| 6  | закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма.  |   | + |   |
| 7  | методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения.  |   | + | + |
|    | <b>Уметь:</b>   |   |   |   |
| 8  | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;   |   |   |   |
| 9  | осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях.  | + | + | + |
| 10 | проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.   |   |   | + |
| 11 | использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.   |   |   | + |
| 12 | определять параметры сырья  |   |   |   |
| 13 | сертификации.   |   |   |   |
| 14 | выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства  | + | + |   |
|    | <b>Владеть:</b>   |   |   |   |
| 15 | методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;   | + |   |   |
| 16 | методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;   | + | + | + |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 17 | методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;                              | + |   | + |
| 18 | методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.  |   |   | + |
| 19 | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);   | + | + | + |
| 20 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | + | + | + |
| 21 | готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11); | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
|       | 1.                   | Введение Предмет, цель, задачи и структура токсикологии   | 1    |
|       | 1.                   | Микробиологические источники токсических веществ и соединений.  | 2    |
|       | 1.                   | Токсикант (яд). Токсины животных (зоотоксины).  | 2    |
|       | 2.                   | Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве.  | 2    |
|       | 2.                   | Бактериальные токсины. Микотоксины.   | 2    |
|       | 2.                   | Токсины высших растений.  | 2    |
|       | 3.                   | Обеспечение безопасности биотехнологических производств.  | 2    |
|       | 3.                   | Стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции б. п.   | 2    |
| 9     | 3                    | Международные стандарты и современные направления развития управления качеством. Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья. | 1    |

### 6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторные занятия при изучении дисциплины не предусмотрены

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку реферата по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с периодическими изданиями и с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 100 баллов),

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 100 баллов (6-ой семестр) и составляет по 30 баллов за работы 1-2 и 40 баллов за 3-ю.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит два вопроса по 15 баллов за вопрос.**

#### **В-1.**

1) Предмет, цель, задачи и структура токсикологии.

2) Токсичность -это:

1.способность химических веществ вызывать механическим путем повреждение или гибель биосистем; 2.высокая чувствительность организма к действию отравляющего вещества; 3.вероятность неблагоприятного воздействия химического вещества на организм.

#### **В-2.**

1) Основные понятия токсикологии.

2) Формирование и развитие реакций биосистемы на действие токсиканта, приводящих к ее повреждению или гибели, - это:

1.токсический процесс;2.механизм действия токсиканта;3.токсический эффект.

#### **В-3.**

1) Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве.

2) Стойкие изменения реактивности организма на воздействие патогенных факторов окружающей среды, в том числе и химических, имеют название: 1-транзиторная токсическая реакция; 2-аллобиоз; 3-заболевания; 4-функциональные реакции.

**В-4.**

1) Токсикант (яд).

2) Раздел токсикологии, который изучает систему принципов и методов количественной оценки токсичности, называется: 1.токсикодинамика; 2.токсикокинетика; 3.токсикометрия.

**В-5.**

1) Бактериальные токсины.

2) В основе методов определения токсичности лежит нахождение зависимости: 1-время -доза; 2-доза -эффект

. Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит два вопроса по 15 баллов за вопрос.

**В-1.**

1) Микробиологические источники токсических веществ и соединений.

2) Хлор и оксиды азота преимущественно повреждают: 1-альвеолоциты; 2-миоциты; 3- эндотелиоциты капилляров; 4-нейроны.

**В-2.**

1) Основные понятия токсикологии.

2) Паракват преимущественно повреждает: 1-альвеолоциты; 2-миоциты; 3-эндотелиоциты капилляров; 4-нейроны.

**В-3.**

1) Токсический процесс. Интоксикация (отравление).

2) В обычных условиях фосген - это: 1-желтая маслянистая жидкость с чесночным запахом; 2- белое кристаллическое вещество без запаха; 3-бесцветный газ с запахом прелого сена; 4-зеленоватый газ с запахом герани.

**В-4.**

1) Бактериальные токсины. Микотоксины.

2) Основной путь поступления фосгена в организм: 1-перкутанный; 2-пероральный; 3-ингаляционный; 4-парентеральный.

**В-5.**

1) Токсины высших растений.

2) Фосген слабо задерживается в воздухоносных путях, так как он: 1-плохо растворяется в воде; 2-хорошо растворяется в воде.

. Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит два вопроса по 20 баллов за вопрос.

**В-1.**

1) Отравляющие и высокотоксичные вещества паралитического действия.

2) Воздействие паробразными ипритами сопровождается: 1- изолированными поражениями глаз, органов дыхания и кожи; 2-сочетанными поражениями глаз, органов дыхания и кожи

## **В-2.**

1)Международные стандарты и современные направления развития управления качеством.

2)Поражения капельножидким ипритом сопровождаются: 1-сочетанием разных форм и степеней тяжести поражений глаз, кожи, органов дыхания, 2-органов пищеварения; 3-формированием изолированных поражений глаз, кожи или органов пищеварения.

## **В-3.**

1)Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.

2)При действии паров иприта на кожу скрытый период: 1-отсутствует; 2-продолжается 5-15 часов; 3-продолжается 2-3 суток.

## **В-4.**

1)Современные направления развития управления качеством.

2)Более выраженным действием на систему крови обладает: 1-сернистый иприт; 2-азотистый иприт.

## **В-5.**

1)Стандартизации и сертификации продовольственного сырья.

2)Вялость течения воспалительных процессов, скудность клеточных реакций, слабость репаративных механизмов и дисбаланс в продукции цитокинов характерны для действия: 1-ФОВ; 2-метгемоглобинообразователей; 3-ипритов; 4-цианидов.

3)

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Оценочные средства приведены в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **9.1. Рекомендуемая литература.**

#### **А) Основная литература:**

1. Шмидт Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия.- М:БИНОМ.Лаборатория знаний.2014.-328 с.
2. Иванова Л.А. Пищевая биотехнология/Учебное пособие для студентов вузов.- М.:КолосС, 2008-471с.

#### **Б) Дополнительная литература:**

1. Елинов Н.П. Основы биотехнологии: Для студентов институтов. – СПб: Наука, 1995. – 600 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### Интернет-ресурсы

- 1) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 160);
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой,

необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы токсикологии» проводятся в форме лекций, практических занятий (семинаров) и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; образцы некоторых пищевых продуктов (подсластители, ароматизаторы и др.).

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты основных производителей.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном

виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>InfoPath</b></p> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| 4  | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.             | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5  | ABBYY FineReader 10 Professional Edition   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  |  | бессрочная   |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки                   |
|---|--|--|
| <p><b><u>Раздел 1. Механизм токсического действия веществ и соединений, используемых в биотехнологическом производстве.</u></b></p> | <p><b>Знает:</b> основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства.</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)</p> |
|   | <p>физико-химические свойства отравляющих веществ, их токсические эффекты;</p> <p>значение экспериментального метода в изучении интоксикаций; его возможности, ограничения и перспективы.</p> <p><b>Умеет:</b> осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><b>Владеет:</b> методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b><u>Раздел 2.</u></b><br/><b><u>Микробиологические источники токсических веществ и соединений.</u></b></p> <p style="text-align: center;">:</p> | <p><b>Знает: Знает:</b> принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико- химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения..</p> <p><b>Умеет:</b> осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</p> <p><b>Владеет:</b> методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;</p> | <p>Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр)</p> |
|--|--|--|

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | проведения и обработки биотехнологических экспериментов.  |   |
| <b><u>Раздел 3. Обеспечение безопасности биотехнологических производств.</u></b> | <p><b>Знает:</b> принципиальную схему биотехнологического производства; методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения.</p> <p><b>Умеет:</b> использовать стандарты и другие документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции.</p> <p><b>Владеет:</b> методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p> | Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр) |

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата,

программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Основы токсикологии»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ С.Н.

Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_  
2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы биокинетики»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической  
комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва, 2021**

Программа составлена:  
к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии Н.А. Суясовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы биокинетики» относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии, биохимии, физической химии.

**Цель дисциплины** – ознакомление с современными подходами к математическому описанию биохимических и микробиологических процессов. Освоение основных подходов анализа и составления кинетических моделей, протекающих в реальных системах, биохимических реакций и микробиологических процессов. По окончании изучения дисциплины и успешной сдачи зачета студенты должны иметь полное представление об основных законах и методах ферментативной кинетики и биокинетики.

**Задачи дисциплины** – ознакомление студентов с современными подходами к кинетическому описанию ферментативных реакций и моделированию роста микробных популяций при различных условиях окружающей среды, в том числе влияние на них отдельных внешних факторов.

Усвоение программы по данной дисциплине оценивается по результатам выполнения письменных работ как задаваемых студенту на дом, так и решаемых им аудиторно. Теоретические вопросы и задачи, входящие в контрольные работы, должны быть сформулированы в виде задания достаточно конкретно, но исключающее прямое переписывание ответа из доступного литературного источника.

Дисциплина «Основы биокинетики» преподается в 7-ом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);

способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);

владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:*

- современные представления о строении ферментов, механизмах взаимодействия фермента с субстратом, молекулярных механизмах ферментативного катализа;
- положения теории Михаэлиса-Ментен;
- механизмы воздействия эффекторов (ингибиторов/активаторов) на ферменты, математическое описание различных кинетических моделей воздействия эффекторов;
- влияние условий окружающей среды на кинетику ферментативных реакций;
- особенности методов стационарной и нестационарной кинетики ферментативных процессов;
- основные способы иммобилизации ферментов;
- особенности кинетического описания реакций при использовании иммобилизованных ферментов;
- кинетические особенности роста микробных популяций;
- различные типы кинетических моделей роста микробных популяций;
- влияние условий окружающей среды на кинетику роста микробных популяций;
- варианты ингибирования и активации роста микроорганизмов и их кинетическое описание;
- кинетическое описание ассоциаций микроорганизмов, совокупностей популяций, взаимодействующих по принципу хищник-жертва.

*уметь:*

- определять кинетические параметры ферментативных реакций, используя различные типы графического анализа ферментативных процессов;
- определять тип ингибирования ферментативных реакций по результатам экспериментальных исследований;
- находить кинетические константы в случае различных вариантов ингибирования ферментов, обратимой изомеризации ферментов в неактивную форму, ингибирования субстратом/продуктом, необратимой инактивации фермента;
- рассчитывать кинетические параметры роста численности микробных популяций;
- составлять кинетические модели роста численности микробных популяций и накопления продуктов биосинтеза;
- определять лимитирование/ингибирование роста микробных популяций из вида кинетических кривых роста.

*владеть:*

- методами планирования экспериментов по исследованию кинетических характеристик ферментативных процессов;
- методами графического анализа экспериментальных данных ферментативных реакций, протекающих в реальных растворах;
- методами исследования по определению кинетических параметров роста численности микробных популяций и накоплению продуктов биосинтеза;
- методами определения основных кинетических параметров роста численности популяции в случаях лимитирования/ингибирования роста.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |           |
|--|------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ               | Ак. ч.     | Астр. ч   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3,0</b>       | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,89</b>      | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>0</b>         | <b>0</b>   | <b>0</b>  |
| Лекции (Лек)   | 0,89             | 32         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки            | 0                | 0          | 0         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>2,11</b>      | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 75,6       | 56,7      |

|                                   |                 |     |     |
|-----------------------------------|-----------------|-----|-----|
| Контактная самостоятельная работа | 2,11            | 0,4 | 0,3 |
| <b>Зачёт с оценкой</b>            | +               | +   | +   |
| <b>Вид контроля</b>               | Зачёт с оценкой |     |     |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                            | Академ. часов |   |           |                                      |                         |   |                         |                                      |                           |
|----------|--|---------------|---|-----------|--------------------------------------|-------------------------|---|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
|          |  | Всего         | в т.ч.<br>в<br>форме<br>практ.<br>подг. | Лекции    | в т.ч. в<br>форме<br>практ.<br>подг. | Практические<br>занятия | в т.ч.<br>в<br>форме<br>практ.<br>подг. | Лабораторные<br>занятия | в т.ч. в<br>форме<br>практ.<br>подг. | Самостоятельная<br>работа |
|          | Введение.                                    | 3             | 0                                       | 1         | 0                                    | 0                       | 0                                       | 0                       | 0                                    | 2                         |
| 1        | Раздел 1. Ферментативная кинетика и катализ. | 34            | 0                                       | 9         | 0                                    | 0                       | 0                                       | 0                       | 0                                    | 25                        |
| 2        | Раздел 2. Методы ферментативной кинетики.    | 41            | 0                                       | 12        | 0                                    | 0                       | 0                                       | 0                       | 0                                    | 29                        |
| 3        | Раздел 3. Кинетика роста популяций.          | 30            | 0                                       | 10        | 0                                    | 0                       | 0                                       | 0                       | 0                                    | 20                        |
|          | <b>ИТОГО</b>                                 | <b>108</b>    | <b>0</b>                                | <b>32</b> | <b>0</b>                             | <b>0</b>                | <b>0</b>                                | <b>0</b>                | <b>0</b>                             | <b>76</b>                 |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Предмет и задачи биологической кинетики, ее связь с родственными дисциплинами. Значение биологической кинетики для биотехнологии. История развития ферментативной кинетики и биокинетики.

### **Раздел 1. Ферментативная кинетика и катализ.**

Строение и классификация ферментов. Коферменты, кофакторы. Сравнение ферментов с катализаторами. Молекулярные механизмы ферментативного катализа.

Основные положения теории фермент-субстратного комплекса. Вывод дифференциальной формы уравнения Михаэлиса-Ментен. Уравнение Бригса-Холдейна. Типы координат, используемые для анализа кинетических констант биохимических реакций в биотехнологии.

Понятие об ингибиторах/активаторах. Однокомпонентное (полностью конкурентное, полностью неконкурентное) ингибирование. Графическая интерпретация ингибирования в координатах Лайнуивера-Берка, Диксона. Двухкомпонентное полностью конкурентное (взаимозависимое, взаимонезависимое) ингибирование, полностью неконкурентное взаимозависимое ингибирование.

Вывод уравнения и особенности нахождения каталитических констант в случаях обратимой изомеризации фермента в неактивную форму, ингибирования субстратом, активации фермента.

### **Раздел 2. Методы ферментативной кинетики.**

Интегральная форма уравнения Михаэлиса-Ментен. Особенности ее графической интерпретации в случае ингибирования продуктом. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Применение интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен в случае необратимой инактивации фермента. Влияние pH на скорость ферментативных реакций.

Стационарная и нестационарная кинетика (особенности и аппаратное оформление методов, их достоинства и недостатки).

Иммобилизованные ферменты – достоинства и недостатки. Роль носителя при использовании иммобилизованных ферментов. Диффузионные ограничения в катализе иммобилизованными ферментами (иммобилизация в порах, профиль концентраций). Модуль Тиле. Способы устранения диффузионных ограничений.

### **Раздел 3. Кинетика роста популяций.**

Кинетические особенности роста микробных популяций. Клеточный цикл. Типичная кривая роста микробных культур. Определение основных параметров роста микробных популяций.

Типы кинетических моделей роста микробных популяций. Представление о метаболических моделях роста. Влияние на кинетические модели особенностей размножения микробных культур. Особенности кинетических моделей роста одно- и многоклеточных культур.

Влияние условий окружающей среды (рН, температура, аэрация и др.) на кинетику роста и накопление метаболитов микробных культур. Лимитирование роста микроорганизмов. Многосубстратные процессы.

Ингибирование и активация роста микроорганизмов. Ингибирование роста избытком субстрата. Ингибирование роста микробных популяций продуктами метаболизма. Определение механизма ингибирования из вида кинетической кривой роста культуры микроорганизмов.

Особенности кинетического описания роста ассоциаций микроорганизмов.

Популяции, взаимодействующие по принципу хищник-жертва. Периодические колебания численности хищника и жертвы в рамках модели Лотки-Вольтера.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел |   |   |
|---|---|--------|---|---|
|   |   | 1      | 2 | 3 |
|   | <b><i>Знать:</i></b>  |        |   |   |
| 1 | современные представления о строении ферментов, механизмах взаимодействия фермента с субстратом, молекулярных механизмах ферментативного катализа     | +      |   |   |
| 2 | положения теории Михаэлиса-Ментен   | +      |   |   |
| 3 | механизмы воздействия эффекторов (ингибиторов/активаторов) на ферменты, математическое описание различных кинетических моделей воздействия эффекторов | +      |   |   |
| 4 | влияние условий окружающей среды на кинетику ферментативных реакций   |        | + |   |
| 5 | особенности методов стационарной и нестационарной кинетики ферментативных процессов   |        | + |   |
| 6 | основные способы иммобилизации ферментов  |        | + |   |

|                |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|
| 7              | особенности кинетического описания реакций при использовании иммобилизованных ферментов   |   | + |   |
| 8              | кинетиические особенности роста микробных популяций   |   |   | + |
| 9              | различные типы кинетических моделей роста микробных популяций   |   |   | + |
| 10             | влияние условий окружающей среды на кинетику роста микробных популяций  |   |   | + |
| 11             | варианты ингибирования и активации роста микроорганизмов и их кинетическое описание   |   |   | + |
| 12             | кинетическое описание ассоциаций микроорганизмов, совокупностей популяций взаимодействующих по принципу хищник-жертва   |   |   | + |
| <b>Уметь:</b>  |   |   |   |   |
| 13             | определять кинетические параметры ферментативных реакций, используя различные типы графического анализа ферментативных процессов  | + |   |   |
| 14             | определять тип ингибирования ферментативных реакций по результатам экспериментальных исследований   | + |   |   |
| 15             | находить кинетические константы в случае различных вариантов ингибирования ферментов, обратимой изомеризации ферментов в неактивную форму, ингибировании субстратом/продуктом, необратимой инактивации фермента |   | + |   |
| 16             | рассчитывать кинетические параметры роста численности микробных популяций   |   |   | + |
| 17             | составлять кинетические модели роста численности микробных популяций и накопления продуктов биосинтеза  |   |   | + |
| 18             | определять лимитирование/ингибирование роста микробных популяций из вида кинетических кривых роста  |   |   | + |
| <b>Владеть</b> |   |   |   |   |
| 19             | методами планирования экспериментов по исследованию кинетических характеристик ферментативных процессов   | + |   |   |
| 20             | методами графического анализа экспериментальных данных ферментативных реакций, протекающих в реальных растворах   |   | + |   |
| 21             | методами исследования по определению кинетических параметров роста численности микробных популяций и накоплению продуктов биосинтеза  |   |   | + |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| 2<br>2  | методами определения основных кинетических параметров роста численности популяции в случаях лимитирования/ингибирования роста                |   |   | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции: обладать:</i> |  |   |   |   |
| 23  | способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);   | + |   |   |
| 24  | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); |   | + | + |
| 25  | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   |   | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Проведение практических занятий в рамках дисциплины «Основы биокинетики» не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Проведение лабораторных работ в рамках дисциплины «Основы биокинетики» не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников,

представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 55 баллов), домашней работы (максимальная оценка 5 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерное содержание домашних работ

Домашние работы по дисциплине выполняются при изучении 1 раздела дисциплины «Основы биокинетики» в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка домашней работы № 1 - 5 баллов.

#### Пример домашней работы № 1. Раздел 1.

**Задание 1.** Определите значения кинетических параметров (методом де Мигуэл Марино и Тамари) гидролиза метилового эфира N-ацетил-L-валина, катализируемого  $\alpha$ -химотрипсином, исходя из данных таблицы.  $[E]_0 = 3,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

| $[S]_0$ , моль/л | $r_0$ , моль/л*с     |
|------------------|----------------------|
| 0,200            | $4,57 \cdot 10^{-6}$ |
| 0,124            | $3,83 \cdot 10^{-6}$ |
| 0,091            | $3,33 \cdot 10^{-6}$ |
| 0,071            | $2,97 \cdot 10^{-6}$ |
| 0,060            | $2,67 \cdot 10^{-6}$ |

**Задание 2.** Приведенные ниже данные были получены при изучении ингибирования, вызываемого L- $\beta$ -окси- $\beta$ -(трео)-метиласпаратом. Определите тип ингибирования и все возможные кинетические характеристики процесса, если известно, что  $[E]_0 = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

| $[S]_0$ , моль/л | $r_0$ , моль/л*мин |                                |
|------------------|--------------------|--------------------------------|
|                  | $[I] = 0$          | $[I] = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л |

|                      |                       |                       |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| $0,5 \cdot 10^{-4}$  | $14,0 \cdot 10^{-3}$  | $6,0 \cdot 10^{-3}$   |
| $5,0 \cdot 10^{-4}$  | $92,0 \cdot 10^{-3}$  | $40,0 \cdot 10^{-3}$  |
| $25,0 \cdot 10^{-4}$ | $150,0 \cdot 10^{-3}$ | $120,0 \cdot 10^{-3}$ |

Оценка заданий:

|              |   |   |          |
|--------------|---|---|----------|
| № задания    | 1 | 2 | $\Sigma$ |
| Оценка, балл | 2 | 3 | 5        |

## 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 55 баллов и составляет 15 баллов за 1-ую работу и по 20 баллов за вторую и третью.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит три вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

**Вопрос 1.1.**

Строение и классификация ферментов.

**Вопрос 1.2**

Вывод и анализ уравнения для обратимого однокомпонентного полностью неконкурентного ингибирования.

**Вопрос 1.3.**

Приведенные ниже данные были получены при изучении ингибирования, вызываемого L-β-окси-β-(трео)-метиласпаратом. Определите тип ингибирования и все возможные кинетические характеристики процесса, если известно, что  $[E]_0 = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

|                      |                       |                                |
|----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| $[S]_0$ , моль/л     | $r_0$ , моль/л*мин    |                                |
|                      | $[I] = 0$             | $[I] = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л |
| $0,5 \cdot 10^{-4}$  | $14,0 \cdot 10^{-3}$  | $6,0 \cdot 10^{-3}$            |
| $5,0 \cdot 10^{-4}$  | $92,0 \cdot 10^{-3}$  | $40,0 \cdot 10^{-3}$           |
| $25,0 \cdot 10^{-4}$ | $150,0 \cdot 10^{-3}$ | $120,0 \cdot 10^{-3}$          |

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

**Вопрос 2.1.**

Вывод интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен.

### Вопрос 2.2.

При исследовании кинетики гидролиза триацилглицеридов было установлено, что реакция не проходит полностью. Определите все кинетические параметры процесса исходя из данных таблицы.

|                                   |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| [S] <sub>0</sub> ,<br>моль/л      | 1,98*10 <sup>-5</sup> | 2,55*10 <sup>-5</sup> | 3,08*10 <sup>-5</sup> | 4,10*10 <sup>-5</sup> | 6,09*10 <sup>-5</sup> | 8,11*10 <sup>-5</sup> |
| [S] <sub>конечн</sub> ,<br>моль/л | 0,73*10 <sup>-5</sup> | 0,94*10 <sup>-5</sup> | 1,14*10 <sup>-5</sup> | 1,52*10 <sup>-5</sup> | 2,25*10 <sup>-5</sup> | 3,0*10 <sup>-5</sup>  |
| r <sub>0</sub> ,<br>моль/л*с      | 4,15*10 <sup>-6</sup> | 4,65*10 <sup>-6</sup> | 5,13*10 <sup>-6</sup> | 5,89*10 <sup>-6</sup> | 6,63*10 <sup>-6</sup> | 7,15*10 <sup>-6</sup> |

Докажите, что в описанном случае фермент инактивируется в свободном виде, для этого проанализируйте зависимость  $[S]_{\text{конечн}} = f([S]_0)$ .

### Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит два вопроса, по 8 баллов за 1-ый вопрос и 12 баллов за 2-ой вопрос.

#### Вопрос 3.1

Типы моделей в биотехнологии (классификация, характеристика, примеры).

#### Вопрос 3.2.

Модель роста численности популяции (одностадийная схема с насыщением клеток - основные принципы, вывод и анализ уравнения).

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7-ой семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет содержит три вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 20 баллов.

#### 8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7-ой семестр, зачет с оценкой).

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 20 баллов.

#### Примерный перечень вопросов № 1 и 2 билета.

1. Строение и классификация ферментов.
2. Коферменты, кофакторы.
3. Сравнение ферментов с катализаторами.
4. Молекулярные механизмы ферментативного катализа.
5. Теория Михаэлиса-Ментен (вывод дифференциальной формы уравнения).
6. Вывод уравнения Бригса-Холдейна.
7. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен в классических координатах.
8. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен методом Диксона.

9. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен в координатах Иди-Хофсти.
10. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен в координатах де Мигуэл Марино и Тамари.
11. Решение уравнения Михаэлиса-Ментен в координатах Лайнуивера-Берка.
12. Понятие об ингибиторах/активаторах.
13. Однокомпонентное ингибирование.
14. Вывод и анализ уравнения для обратимого однокомпонентного полностью неконкурентного ингибирования.
15. Вывод и анализ уравнения для обратимого однокомпонентного полностью конкурентного ингибирования.
16. Двухкомпонентное полностью конкурентное ингибирование.
17. Вывод и анализ уравнения для случая двухкомпонентного полностью конкурентного взаимонезависимого ингибирования.
18. Вывод и анализ уравнения для случая двухкомпонентного полностью конкурентного взаимозависимого ингибирования.
19. Двухкомпонентное полностью неконкурентное ингибирование.
20. Вывод и анализ уравнения для случая двухкомпонентного полностью неконкурентного взаимозависимого ингибирования.
21. Вывод и анализ уравнения для случая двухкомпонентного полностью неконкурентного взаимонезависимого ингибирования.
22. Случаи выходящие за рамки теории Михаэлиса-Ментен.
23. Вывод и анализ уравнения ингибирования субстратом.
24. Вывод и анализ уравнения обратимой изомеризации фермента в неактивную форму.
25. Вывод и анализ уравнения активации фермента.
26. Вывод интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен.
27. Применение интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен к случаю ингибирования продуктом, вывод и анализ уравнения.
28. Влияние pH на скорость ферментативных реакций, вывод и анализ уравнения.
29. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций.
30. Применение интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен к случаю необратимой инактивации фермента.
31. Нестационарная кинетика, классификация.
32. Достоинства и недостатки методов нестационарной кинетики.
33. Стационарная кинетика.
34. Иммобилизация ферментов, классификация.
35. Достоинства и недостатки вариантов иммобилизации ферментов.
36. Модуль Тиле.
37. Кинетические особенности роста микробных популяций.
38. Клеточный цикл.
39. Типичная кривая роста микробных культур.
40. Определение основных параметров роста микробных популяций.
41. Типы кинетических моделей роста микробных популяций.
42. Представление о метаболических моделях роста.
43. Влияние на кинетические модели особенностей размножения микробных культур.
44. Особенности кинетических моделей роста одно- и многоклеточных культур.
45. Влияние условий окружающей среды (pH, температура, аэрация и др.) на кинетику роста и накопление метаболитов микробных культур.
46. Лимитирование роста микроорганизмов.
47. Многосубстратные процессы.
48. Ингибирование и активация роста микроорганизмов.

49. Ингибирование роста избытком субстрата.
50. Ингибирование роста микробных популяций продуктами метаболизма. О
51. предделение механизма ингибирования из вида кинетической кривой роста культуры микроорганизмов.
52. Особенности кинетического описания роста ассоциаций микроорганизмов.
53. Популяции, взаимодействующие по принципу хищник-жертва.
54. Периодические колебания численности хищника и жертвы в рамках модели Лотки-Вольтера.

### Примерный перечень вопросов № 3 билета.

#### Задача 1.

При изучении влияния н-бутанола на кинетику гидролиза сложных эфиров при  $[E]_0 = 6,05 \cdot 10^{-5}$  мг/л получены следующие результаты:

| $[S]_0$ , моль/л     | $r_0$ , моль/л*мин    |                       |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                      | [бутанол]=0,05 моль/л | [бутанол]=0,10 моль/л |
| $1,00 \cdot 10^{-4}$ | $16,7 \cdot 10^{-5}$  | $13,5 \cdot 10^{-5}$  |
| $0,5 \cdot 10^{-4}$  | $12,5 \cdot 10^{-5}$  | $10,0 \cdot 10^{-5}$  |
| $0,33 \cdot 10^{-4}$ | $10,5 \cdot 10^{-5}$  | $7,7 \cdot 10^{-5}$   |
| $0,25 \cdot 10^{-4}$ | $8,8 \cdot 10^{-5}$   | $6,1 \cdot 10^{-5}$   |
| $0,20 \cdot 10^{-4}$ | $7,7 \cdot 10^{-5}$   | $5,3 \cdot 10^{-5}$   |

Определите все возможные кинетические параметры.

#### Задача 2.

Определите тип ингибирования и все кинетические параметры процесса.

Известно, что соли ароматических кислоты могут выступать в роли ингибиторов ферментативной активности. Определите тип ингибирования, вызванный бензоатом натрия, и все кинетические параметры исходя из данных таблицы.  $[E]_0 = 4,0 \cdot 10^{-6}$  мг/л.

| $[S]_0$ , моль/л    | $r_0$ , моль/л*мин   |                      |
|---------------------|----------------------|----------------------|
|                     | [бензоат]=0,5 моль/л | [бензоат]=1,0 моль/л |
| $1,0 \cdot 10^{-5}$ | $10,0 \cdot 10^{-7}$ | $5,0 \cdot 10^{-7}$  |
| $1,8 \cdot 10^{-5}$ | $13,7 \cdot 10^{-7}$ | $6,8 \cdot 10^{-7}$  |
| $2,0 \cdot 10^{-5}$ | $14,3 \cdot 10^{-7}$ | $7,1 \cdot 10^{-7}$  |
| $4,0 \cdot 10^{-5}$ | $18,1 \cdot 10^{-7}$ | $9,1 \cdot 10^{-7}$  |
| $8,0 \cdot 10^{-5}$ | $21,0 \cdot 10^{-7}$ | $10,5 \cdot 10^{-7}$ |

#### Задача 3.

Результаты исследования влияния метйодида-2-пиридинкарбальдоксима на кинетику гидролиз 1-нафтилацетата, катализируемого ацетилхолинэстеразой, представлены в таблице. Определите тип ингибирования и все кинетические параметры.  $[E]_0 = 1,2 \cdot 10^{-6}$  моль/л

| $[S]_0$ , моль/л | $r_0$ , моль/л*мин |
|------------------|--------------------|
|                  |                    |

|                       | [J]=2,0*10 <sup>-4</sup> моль/л | [J]=4,0*10 <sup>-4</sup> моль/л |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 0,50*10 <sup>-5</sup> | 6,3*10 <sup>-7</sup>            | 3,1*10 <sup>-7</sup>            |
| 0,91*10 <sup>-5</sup> | 9,4*10 <sup>-7</sup>            | 4,7*10 <sup>-7</sup>            |
| 1,00*10 <sup>-5</sup> | 10,0*10 <sup>-7</sup>           | 5,0*10 <sup>-7</sup>            |
| 2,00*10 <sup>-5</sup> | 14,3*10 <sup>-7</sup>           | 7,1*10 <sup>-7</sup>            |
| 4,00*10 <sup>-5</sup> | 18,2*10 <sup>-7</sup>           | 9,1*10 <sup>-7</sup>            |

#### Задача 4.

При исследовании влияния CoA на начальную скорость реакции фосфотрансацетилирования, катализируемой фосфат-ацетилтрансферазой получены следующие результаты:

| [S] <sub>0</sub> , моль/л | r <sub>0</sub> , моль/л*мин       |                                  |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                           | [CoA]=6,0*10 <sup>-5</sup> моль/л | [J]=15,0*10 <sup>-5</sup> моль/л |
| 0,50*10 <sup>-5</sup>     | 10,0*10 <sup>-7</sup>             | 6,3*10 <sup>-7</sup>             |
| 0,91*10 <sup>-5</sup>     | 13,7*10 <sup>-7</sup>             | 9,4*10 <sup>-7</sup>             |
| 1,00*10 <sup>-5</sup>     | 14,3*10 <sup>-7</sup>             | 10,0*10 <sup>-7</sup>            |
| 2,00*10 <sup>-5</sup>     | 18,1*10 <sup>-7</sup>             | 14,3*10 <sup>-7</sup>            |
| 4,00*10 <sup>-5</sup>     | 21,0*10 <sup>-7</sup>             | 18,2*10 <sup>-7</sup>            |

Определите все возможные кинетические параметры.

#### Задача 5.

При исследовании кинетики гидролиза триацилглицеридов было установлено, что реакция не проходит полностью. Определите все кинетические параметры процесса исходя из данных таблицы.

|                                |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| [S] <sub>0</sub> , моль/л      | 1,98*10 <sup>-5</sup> | 2,55*10 <sup>-5</sup> | 3,08*10 <sup>-5</sup> | 4,10*10 <sup>-5</sup> | 6,09*10 <sup>-5</sup> | 8,11*10 <sup>-5</sup> |
| [S] <sub>конечн</sub> , моль/л | 0,73*10 <sup>-5</sup> | 0,94*10 <sup>-5</sup> | 1,14*10 <sup>-5</sup> | 1,52*10 <sup>-5</sup> | 2,25*10 <sup>-5</sup> | 3,0*10 <sup>-5</sup>  |
| r <sub>0</sub> , моль/л*с      | 4,15*10 <sup>-6</sup> | 4,65*10 <sup>-6</sup> | 5,13*10 <sup>-6</sup> | 5,89*10 <sup>-6</sup> | 6,63*10 <sup>-6</sup> | 7,15*10 <sup>-6</sup> |

Докажите, что в описанном случае фермент инактивируется в свободном виде, для этого проанализируйте зависимость  $[S]_{\text{конечн}} = f([S]_0)$ .

#### Задача 6.

Реакция восстановления пирувата катализируемая лактатдегидрогеназой ингибируется высокими концентрациями субстрата. Найдите все кинетические параметры процесса если известно, что  $[E]_0=2,0*10^{-5}$  ммоль/л.

|                                |     |      |     |     |     |     |     |      |      |      |      |     |
|--------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| $[S]_0 \cdot 10^4$ ,<br>моль/л | 0,2 | 0,29 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 5,0 | 7,0 | 11,0 | 30,0 | 50,0 | 70,0 | 100 |
| $r_0 \cdot 10^6$ ,<br>моль/л*с | 3,2 | 3,7  | 4,1 | 4,4 | 4,9 | 4,9 | 4,3 | 3,9  | 2,4  | 1,8  | 1,5  | 1,1 |

#### Задача 7.

При исследовании кинетики гидролиза триацилглицеридов было установлено, что реакция не проходит полностью. Определите все кинетические параметры процесса исходя из данных таблицы.

|                                |                      |                      |                      |                      |                      |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $[S]_0$ , моль/л               | $2,0 \cdot 10^{-5}$  | $2,8 \cdot 10^{-5}$  | $3,9 \cdot 10^{-5}$  | $5,1 \cdot 10^{-5}$  | $10,2 \cdot 10^{-5}$ |
| $[S]_{\text{конечн}}$ , моль/л | $0,2 \cdot 10^{-5}$  | $1,0 \cdot 10^{-5}$  | $2,1 \cdot 10^{-5}$  | $3,3 \cdot 10^{-5}$  | $8,4 \cdot 10^{-5}$  |
| $r_0$ , моль/л*с               | $3,15 \cdot 10^{-6}$ | $3,70 \cdot 10^{-6}$ | $4,10 \cdot 10^{-6}$ | $4,39 \cdot 10^{-6}$ | $4,92 \cdot 10^{-6}$ |

Докажите, что в описанном случае фермент инактивируется в виде фермент-субстратного комплекса, для этого проанализируйте зависимость  $[S]_{\text{конечн}} = f([S]_0)$ .

#### Задача 8.

В таблице приведена рН-зависимость гидролиза семикарбазида N-формил-L-фенилаланина. Определите  $pK_a$ ,  $pK'_a$ ,  $k_2$  и  $K_s$ .

|                        |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| рН                     | 5,47                 | 5,95                 | 6,47                 | 6,98                 | 7,48                 | 7,79                 |
| $k_{\text{кат}}$ , 1/с | $0,32 \cdot 10^{-2}$ | $0,96 \cdot 10^{-2}$ | $1,92 \cdot 10^{-2}$ | $2,44 \cdot 10^{-2}$ | $3,06 \cdot 10^{-2}$ | $2,88 \cdot 10^{-2}$ |
| $K_M$ , моль/л         | $7,00 \cdot 10^{-3}$ | $6,70 \cdot 10^{-3}$ | $5,60 \cdot 10^{-3}$ | $3,45 \cdot 10^{-3}$ | $2,24 \cdot 10^{-3}$ | $2,28 \cdot 10^{-3}$ |

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (7-ой семестр).

*Зачет с оценкой* по дисциплине «Основы биокинетики» проводится в 7-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой.

|             |  |
|-------------|--|
| «Утверждаю» | Министерство науки и высшего образования и науки РФ                            |
|             | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| Зав. кафедрой<br>биотехнологии,<br>_____ В.И.<br>Панфилов<br><br>«__» _____ 20__<br>Г. | <b>Кафедра биотехнологии</b>  |  |
|  | <b>Направление подготовки бакалавров<br/>19.03.01 Биотехнология</b> |  |
|  | <b>Дисциплина «Основы биокинетики»</b>                              |  |

### Билет № 1

1. Строение и классификация ферментов.
2. Влияние ингибитора на рост численности популяции (двустадийная схема - основные принципы, вывод и анализ уравнения).
3. Приведенные ниже данные были получены при изучении ингибирования, вызываемого L-β-окси-β-(трео)-метиласпаратом. Определите тип ингибирования и все возможные кинетические характеристики процесса, если известно, что  $[E]_0 = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

| [S] <sub>0</sub> , моль/л | r <sub>0</sub> , моль/л*мин |                                 |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
|                           | [I] = 0                     | [I] = 5*10 <sup>-4</sup> моль/л |
| 0,5*10 <sup>-4</sup>      | 14,0*10 <sup>-3</sup>       | 6,0*10 <sup>-3</sup>            |
| 5,0*10 <sup>-4</sup>      | 92,0*10 <sup>-3</sup>       | 40,0*10 <sup>-3</sup>           |
| 25,0*10 <sup>-4</sup>     | 150,0*10 <sup>-3</sup>      | 120,0*10 <sup>-3</sup>          |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература

5. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. – М.: Изд-во "Элевар", 2000 г.– 512 с.
6. М.Н.Манакон, Д.Г.Победимский. Теоретические основы технологии микробиологических производств. – М.: Агропромиздат, 1990.
7. Т.Келети. Основы ферментативной кинетики. – М.: 1990.
8. И.В.Березин, А.А.Клесов. Практический курс химической ферментативной кинетики. – М.: Высшая школа, 1976.
9. Н.А.Суясов и др. Основы биокинетики. Сборник примеров и задач. – М.:Издательский центр РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010. – 114 с.

#### б) Дополнительная литература

1. В.Калоус, З.Павличек. Основы биокинетики. Пер. с чешск. под ред. А.П.Сергеева. – М.: Мир, 1985.
2. А.Ленинджер. Основы биохимии (в 3-х томах). Пер. с англ. под ред. С.Е.Северина. – М.: Мир, 1984.
3. И.В.Березин, К.Мартинек. Основы физической химии ферментативного катализа. – М.: 1977.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### *Интернет-ресурсы*

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

## 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

11. компьютерные презентации интерактивных лекций;

12. банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;

13. электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>

14. банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы биокинетики» проводятся в форме лекций, семинарских занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы с электронными фотографии отдельных органелл клетки.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| №<br>п/п | Наименование<br>программног<br>о<br>продукта | Реквизит<br>ы<br>договора<br>поставки | Количес<br>т<br>во<br>лицензий | Срок<br>окончания<br>действия<br>лицензии |
|----------|--|---------------------------------------|--------------------------------|---|
|----------|--|---------------------------------------|--------------------------------|---|

|   |  |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
| 1 | <p>Microsoft Office Professional Plus 2019</p> <p>В составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p><b>InfoPath</b></p> | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>12 месяцев (ежегодно е продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.</p>   |
| 2 | <p>Micosoft Office Standard 2013</p>   | <p>Контракт № 62-64ЭА/2013</p>               | <p>бессрочная</p>  | <p>Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.</p>   |
| 3 | <p>O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки:</p> <p>Outlook<br/>OneDrive<br/>Word 365<br/>Excel 365<br/>PowerPoint 365<br/>Microsoft Teams</p>  | <p>Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020</p> | <p>12 месяцев (ежегодно е продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)</p> | <p>Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)</p> |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно е продлени е подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                               | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8 | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro              | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
|    |  |  | рабочих станциях                               |            |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов                        | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|--|---|--|
| Раздел 1. Ферментативная кинетика и катализ. | <p>Знает: современные представления о строении ферментов, механизмах взаимодействия фермента с субстратом, молекулярных механизмах ферментативного катализа; положения теории Михаэлиса-Ментен; механизмы воздействия эффекторов (ингибиторов/активаторов) на ферменты, математическое описание различных кинетических моделей воздействия эффекторов.</p> <p>Умеет: определять кинетические параметры ферментативных реакций, используя различные типы графического анализа ферментативных процессов; определять тип ингибирования</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за домашнюю работу № 1.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр).</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>ферментативных реакций по результатам экспериментальных исследований.</p> <p>Владеет: методами планирования экспериментов по исследованию кинетических характеристик ферментативных процессов.</p>   |  |
| <p>Раздел 2. Методы ферментативной кинетики.</p> | <p>Знает: влияние условий окружающей среды на кинетику ферментативных реакций; особенности методов стационарной и нестационарной кинетики ферментативных процессов; основные способы иммобилизации ферментов; особенности кинетического описания реакций при использовании иммобилизованных ферментов.</p> <p>Умеет: находить кинетические константы в случае различных вариантов ингибирования ферментов, обратимой изомеризации ферментов в неактивную форму, ингибировании субстратом/продуктом, необратимой инактивации фермента.</p> <p>Владеет: методами графического анализа экспериментальных данных.</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр).</p> |
| <p>Раздел 3. Кинетика роста популяций.</p>       | <p>Знает: кинетические особенности роста микробных популяций; различные типы кинетических моделей роста микробных популяций; влияние условий окружающей среды на кинетику роста микробных популяций; варианты ингибирования и активации роста микроорганизмов и их кинетическое описание; кинетическое описание ассоциаций микроорганизмов, совокупностей популяций взаимодействующих по принципу хищник-жертва.</p> <p>Умеет: рассчитывать кинетические параметры роста численности микробных популяций; составлять кинетические модели роста численности микробных популяций и накопления продуктов биосинтеза; определять лимитирование/ингибирование роста микробных популяций из вида кинетических кривых роста.</p> <p>Владеет: методами исследования по определению кинетических параметров роста численности микробных популяций и накоплению продуктов биосинтеза; методами определения основных кинетических параметров роста численности</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр).</p> |

|                                    |   |         |
|------------------------------------|---|---------|
| популяции                          | в | случаях |
| лимитирования/ингибирования роста. |   |         |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Основы биокинетики»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы молекулярно-биологических исследований»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

## **Москва 2021**

Программа составлена  
к.х.н., доцентом кафедры биотехнологии М.М. Бауриной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Методы молекулярно-биологических исследований» относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии, биохимии, физической химии.

**Цель дисциплины** – приобретение студентами практических навыков в области молекулярной биологии для возможности усвоения в будущем различных прикладных направлений в молекулярной биотехнологии и генетической инженерии.

**Задачи дисциплины** – ознакомление студентов с современными подходами к методологии молекулярно-биологических исследований, получение представлений о практическом значении молекулярной биологии для современной биотехнологии.

Дисциплина «Методы молекулярно-биологических исследований» преподается в 7-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);

способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);

владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:* генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот; молекулярные механизмы передачи генетической информации; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов; рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий геной инженерии.

*уметь:* определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса; анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.

*владеть:* методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ; приемами определения структуры

биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |            |           |
|--|------------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр.ч    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>            | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции (Лек)                                   | 0,89                   | 32         | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,11</b>            | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |                        | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,11                   | 75,6       | 56,7      |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |            |           |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | +                      | +          | +         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 63.2. Разделы и виды занятий для студентов очного отделения

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                         | Акад. часов |                                   |        |                                   |                             |                                   |                            |                                   |                               |
|----------|---|-------------|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|          |   | Всего       | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | лекции | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Практиче<br>ские<br>занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лаборато<br>рные<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Самостоя<br>тельная<br>работа |
| 1        | Введение                                  | 3           | 0                                 | 2      | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 1                             |
| 2        | Раздел 1. Основные этапы биосинтеза белка | 35          | 0                                 | 10     | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 25                            |
| 3        | Раздел 2. Генетическое картирование       | 35          | 0                                 | 10     | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 25                            |
| 4        | Раздел 3. Анализ и свойства генов         | 35          | 0                                 | 10     | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 25                            |
|          | ИТОГО                                     | 108         | 0                                 | 32     | 0                                 | 0                           | 0                                 | 0                          | 0                                 | 76                            |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### **Введение.**

Введение в дисциплину. Формулировка целей и задач курса. Основные термины и понятия. Значение молекулярно-биологических исследований в наши дни.

### **Раздел 1. Основные этапы биосинтеза белка.**

Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Цис-транс комплементационный тест.

**Раздел 2. Генетическое картирование.** Генетическое картирование с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации. Построение генетических карт. Тонкое генетическое картирование.

**Раздел 3. Анализ и свойства генов.** Физический анализ структуры гена. Гетеродуплексный анализ. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Полимеразная цепная реакция. Выявление функции гена. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел |   |   |
|---|--|--------|---|---|
|   |  | 1      | 2 | 3 |
|   | <b>Знать:</b>  |        |   |   |
| 1 | генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот;   | +      | + |   |
| 2 | молекулярные механизмы передачи генетической информации;   | +      |   |   |
| 3 | строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;  |        | + |   |
| 4 | рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий генной инженерии.  |        | + | + |
|   | <b>Уметь</b>   |        |   |   |
| 5 | определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса; | +      | + | + |
| 6 | анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.                        | +      | + | + |
|   | <b>Владеть</b>   |        |   |   |

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| 7  | методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ;   | + |   | + |
| 8  | приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик;  |   | + | + |
| 9  | правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.   |   | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции</i> : |  |   |   |   |
| 10   | обладать: владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); |   |   | + |
| 11   | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   |   |   | + |
| 12   | готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11).                             | + | + | + |

## 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 8.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой
- по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо

регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой*.

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов и составляет по 20 баллов за каждую работу.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

##### **Вопрос 1.1.**

Молекула ДНК.

Репликация ДНК у бактерий. Репликация ДНК у эукариот.

Репликация ДНК и клеточный цикл.

Репликоны и «расписание репликации» отдельных участков генома по ходу клеточного цикла.

Репарация ДНК.

Общая, или гомологичная рекомбинация.

Сайт-специфичная рекомбинация.

Структура генома высших эукариот.

ДНК-транспозоны в геномах прокариот и эукариот.

##### **Вопрос 1.2.**

Подвижные элементы, перемещающиеся с помощью обратной транскрипции (ретроэлементы).

Транскрипция у прокариот. Транскрипция у эукариот.

Регуляция транскрипции в развитии эукариот.

Гормональная регуляция и сигнальные системы, регулирующие экспрессию генов.

Структура хроматина.

Хроматин и регуляция активности генов.

Механизмы эпигенетической регуляции экспрессии генов.

Пространственная организация хромосом в ядре и регуляция генной активности.

Процессинг РНК.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**  
**Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

**Вопрос 2.1.**

Центральная догма молекулярной биологии и генетический код.  
Основные принципы структуры РНК.  
Генетические и негенетические функции РНК.  
Древний мир РНК и происхождение жизни.  
Структура рибосом.  
Активация аминокислот и образование аминоацил-тРНК.  
Эпицикл трансляции и рабочий элонгационный цикл.  
Бесклеточные системы биосинтеза белка.  
Кодон-зависимое связывание аминоацил-тРНК в элонгационном цикле.  
Ложное кодирование и сдвиги рамки считывания на этапе кодон-зависимого связывания аминоацил-тРНК с рибосомой.

**Вопрос 2.2.**

Особенности кодирования и включения селеноцистеина в полипептидную цепь белка в процессе элонгации.

Транспептидация.

Транслокация. Ошибки транслокации.

Рибосома как молекулярная машина.

Инициация трансляции. Регуляция трансляции у прокариот.

Регуляция трансляции у эукариот.

Маскирование – демаскирование мРНК в процессах оогенеза, сперматогенеза и клеточной дифференцировки.

Регуляция скорости элонгации.

Терминация трансляции.

Альтернативные пути новосинтезированного полипептида.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.**  
**Контрольная работа содержит два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

**Вопрос 3.1.**

Элементарные взаимодействия в белках и вокруг них. Вторичная структура полипептидных цепей.

Пространственное строение белков.

Кооперативные переходы в белковых молекулах.

Предсказание и дизайн белковых структур.

Физические основы функционирования белков.

Аминокислоты как строительные блоки белковой молекулы.

Третичная структура белка.

Четвертичная структура белка.

Методы исследования структуры белков.

Пептидная связь.

Вторичная структура белка.

Принцип модульной организации белковой молекулы.

Биологические функции белков и пептидов.

$\alpha$ -Спиральные белки.

**Вопрос 3.2.**

$\alpha/\beta$ -Структурные белки.

$\beta$ -Структурные белки.

Транскрипционные факторы прокариот.

Транскрипционные факторы эукариот.

Специфические транскрипционные факторы эукариот.

Белки - факторы элонгации. Белки в клеточной сигнализации.

Мембранные белки.

Посттрансляционные модификации белков.

Белковый сплайсинг.

Лектины.

Аминоацил-тРНК-синтетазы.

Рибосомные белки.

Фибриллярные белки.

Белки, организующие транспортные системы клетки

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7-й семестр, зачет с оценкой).**

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 20 баллов.

1. Строение ДНК. Формы ДНК.
2. Упаковка ДНК в ядре.
3. Природа генетической информации.
4. Типы РНК.
5. Структуры РНК.
6. Функции ДНК.
7. Типы, размеры геномов.
8. Геном человека.
9. Принципы репликации ДНК.
10. Репликон.
11. ДНК-полимеразы, их свойства.
12. Теломеры и теломеразы.
13. Транскрипция ДНК, ее компоненты.
14. РНК-полимераза и промотор.
15. Трансляция, ее этапы, функция рибосом.
16. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК.
17. Цис-транс комплементационный тест.
18. Генетическое картирование с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации. Построение генетических карт.
19. Тонкое генетическое картирование.
20. Физический анализ структуры гена.
21. Гетеродуплексный анализ.
22. Рестрикционный анализ.
23. Методы секвенирования.
24. Полимеразная цепная реакция.
25. Выявление функции гена.
26. Ферменты рестрикции и модификации.
27. Выделение и клонирование генов.
28. Векторы для молекулярного клонирования.

29. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (7-й семестр).

**Зачет с оценкой** по дисциплине «Методы молекулярно-биологических исследований» проводится в 7-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

|  |  |
|--|--|
| «Утверждаю»<br>Заведующий<br>кафедрой<br>биотехнологии,<br>_____ В.И.<br>Панфилов<br><br>«__» _____ 20__<br>г. | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                             |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |
|  | <b>Кафедра биотехнологии</b>   |
|  | <b>Направление подготовки бакалавров<br/>19.03.01 Биотехнология</b>            |
|  | <b>Дисциплина «Методы молекулярно-биологических исследований»</b>              |
| <b>Билет № 1</b>   |  |
| 1. Принципы репликации ДНК.<br>2. Полимеразная цепная реакция.<br>3. Трансляция, ее этапы, функция рибосом.    |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Молекулярная биология: структура и биосинтез нуклеиновых кислот.

/ Под ред. А.С. Спирина. – М. Высшая шк. 2010.

2. Глик Б.Р., Пастернак Д. – Молекулярная биотехнология. М. 2012.

б) Дополнительная литература:

1. Современная микробиология. Прокариоты (в 2-х тт.). – М.: Мир, 2015.

2. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. – М.: В.Ш., 1996.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### *Интернет-ресурсы*

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).
- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вариантов – 50).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева,

который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы молекулярно-биологических исследований» проводятся в форме лекционных занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода                                 | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |   |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   | Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams |  | на обновлённую версию продукта)   |  |
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки эксперименталь  | Контракт № 143-164ЭА/2                 | 1 лицензия для активации  | бессрочная   |

|    |  |   |   |            |
|----|--|---|---|------------|
|    | ных данных<br>BioOffice ultra  | 010 от<br>14.12.10                                  | и на<br>рабочих<br>станциях                                     |            |
| 8  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw pro                               | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 9  | Программа<br>обработки<br>эксперименталь<br>ных данных<br>Chemdraw ultra                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 |   | бессрочная |
| 10 | MATLAB<br>Academic new<br>Product Group<br>Licenses (per<br>License)                                 | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1 лицензи<br>я для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях   | бессрочная |
| 11 | MATLAB<br>Classroom Suite<br>new Product<br>From 25 to 49<br>Concurrent<br>Licenses (per<br>License) | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2<br>010 от<br>14.12.10 | 1<br>лицензия<br>для<br>активаци<br>и на<br>рабочих<br>станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                         | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки               |
|---|---|--|
| Раздел 1.<br>Основные этапы биосинтеза белка. | <i>Знает:</i> генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот; молекулярные механизмы передачи генетической информации.<br><i>Умеет:</i> определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий | Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр) |

|                                      |  |   |
|--------------------------------------|--|---|
|                                      | <p>биотехнологического процесса; анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.</p> <p><i>Владеет:</i> методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ; приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.</p>  | Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр).   |
| Раздел 2. Генетическое картирование. | <p><i>Знает:</i> генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов; рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий геной инженерии.</p> <p><i>Умеет:</i> определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса; анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.</p> <p><i>Владеет:</i> приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.</p> | контрольную работу №1 (7-ой семестр)<br>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр). |
| Раздел 3. Анализ и свойства генов.   | <p><i>Знает:</i> рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий геной инженерии.</p> <p><i>Умеет:</i> определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса; анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке</p> <p><i>Владеет:</i> методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ; приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.</p>  | контрольную работу №1 (7-ой семестр)<br>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр). |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Методы молекулярно-биологических исследований»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Введение в экобиотехнологию»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

979

Программа составлена  
к.т.н., доцентом кафедры биотехнологии Н.А. Суясовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) - бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Введение в экобиотехнологию» относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии, биохимии, физической химии.

**Цель дисциплины** – ознакомление студентов с основными положениями общей экологии, структуре и механизмах взаимодействия отдельных организмов экосистем, взаимосвязи живых организмов, формировании представления об организации природы, как результате длительных эволюционных процессов.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных достижений современной экобиотехнологии как одного из ключевых направлений развития биотехнологии;
- приобретение студентами первоначальных знаний о технологических задачах и способах их решения современной экобиотехнологией.

Дисциплина «Введение в экобиотехнологию» преподается в 4-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Введение в экобиотехнологию» направлено на приобретение следующих компетенций:

### **Общекультурных:**

обладать владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6);

### **Профессиональных:**

способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);

владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*знать:* основные закономерности функционирования биосферы и человека; экологические основы эволюции; глобальные проблемы окружающей среды; экологические принципы рационального использования природных ресурсов; приемы восстановления загрязненных экосистем; методы предотвращения загрязнения окружающей среды.

*уметь:* определять роль отдельных биологических видов в экосистемах; оценивать последствия нарушения стабильности экосистем; анализировать последствия техногенного воздействия на водные экосистемы; анализировать последствия техногенного воздействия на почвенные экосистемы; оценивать последствия загрязнения воздушного бассейна; рассчитывать затраты на природоохранную деятельность, экологический ущерб и эколого-экономический эффект.

*владеть:* приемами анализа воздействия техногенных факторов на объекты окружающей среды; методами оценки диапазона стабильности экосистемы; методами определения дестабилизирующего внешнего воздействия на объекты окружающей среды; методами экологического обеспечения производства; методами инженерной защиты окружающей среды.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |           |
|--|------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3,0</b>       | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,33</b>      | <b>48</b>  | <b>36</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | -                | -          | -         |
| Лекции (Лек)   | 0,44             | 16         | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки            | -                | -          | -         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,89             | 32         | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки            | -                | -          | -         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>0,67</b>      | <b>24</b>  | <b>18</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 0,67             | 24         | 18        |
| <b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>    | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1                | 0,4        | 0,3       |
| Подготовка к экзамену                                  |                  | 35,6       | 26,7      |
| Вид контроля   | Экзамен          |            |           |

### 63.3. 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 63.4. Разделы и виды занятий для студентов очного отделения

| № п/п | Раздел дисциплины  | Акад. часов |                          |           |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|-------|--|-------------|--------------------------|-----------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|       |  | Всего       | в т.ч. в форме пр. подг. | лекции    | в т.ч. в форме пр. подг. | Практические занятия | в т.ч. в форме пр. подг. | Лабораторные работы | в т.ч. в форме пр. подг. | Самостоятельная работа |
|       | Введение   | 2           | 0                        | 2         | 0                        | 0                    | 0                        | 0                   | 0                        | 0                      |
| 1     | Модуль 1. Основные принципы организации и функционирования экосистем | 15          | 0                        | 4         | 0                        | 8                    | 0                        | 0                   | 0                        | 4                      |
| 2     | Модуль 2. Глобальные экологические проблемы                          | 15          | 0                        | 4         | 0                        | 8                    | 0                        | 0                   | 0                        | 4                      |
| 3     | Модуль 3. Введение в экобиотехнологию                                | 40          | 0                        | 8         | 0                        | 16                   | 0                        | 0                   | 0                        | 16                     |
|       | Экзамен  | 36          |                          |           |                          |                      |                          |                     |                          |                        |
|       | <b>ИТОГО</b>   | <b>108</b>  | <b>0</b>                 | <b>16</b> | <b>0</b>                 | <b>32</b>            | <b>0</b>                 | <b>0</b>            | <b>0</b>                 | <b>24</b>              |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### *Введение.*

Введение в курс. Формулировка целей и задач курса. Основные термины и понятия. Значение экобиотехнологии

### *Модуль 1. Основные принципы организации и функционирования экосистем.*

Понятие биосферы. Определение, границы, эволюция биосферы. Учение В.Вернадского о биосфере. Экосистема: определение, состав структура. Роль живых организмов в организации и функционировании биосферы. Функционирование экосистем: перенос энергии и вещества по пищевым цепям, продуктивность экосистем, эволюция и изменчивость экосистем, стабильность и устойчивость экосистем, самоочищающая способность экосистем.

Законодательные и эколого-экономические механизмы реализации природоохранных мероприятий.

### *Модуль 2. Глобальные экологические проблемы.*

Экологические кризисы в истории Земли. Понятие «рациональное природопользование» и «охрана природы». Актуальные проблемы экологии в наши дни.

Атмосфера. Общая характеристика атмосферы. Причины и источники загрязнения атмосферы. Условия, определяющие уровень загрязнения воздушного бассейна. Неблагоприятные метеоусловия, температурная инверсия и смог. Смог ледяной, лондонский и фотохимический. Химические реакции и превращения веществ в атмосфере.

Кислотные осадки. Влияние кислотных осадков на экосистему. Гибель лесов Северного полушария, экологические и экономические последствия.

Атмосфера и климат. Климатические изменения в прошлом Земли. Анализ причин изменения климата: концентрация парниковых газов в атмосфере; концентрация тропосферных аэрозолей; солнечная и вулканическая активность; аперiodические колебания в системе атмосфера-океан.

Современные проблемы нехватки энергоносителей и пути их решения (биотопливо, использование солнечной энергии и др.).

Проблемы техногенного загрязнения отдельных экосистем. Экологические катастрофы.

### *Модуль 3. Введение в экобиотехнологию.*

Проблемы загрязнения окружающей среды и экологические последствия.

Водные ресурсы: источники загрязнения и последствия. Восстановление водных экосистем. Методы восстановления экосистем озер и водохранилищ. Предотвращение эвтрофикации, борьба с заилением, борьба с загрязнением органическими ксенобиотиками и тяжелыми металлами, устранение теплового загрязнения, очистка водных сред от нефти и нефтепродуктов, от тяжелых металлов и радионуклидов. Очистка сточных вод: физические, физико-химические и биологические методы очистки сточных вод.

Почва: источники загрязнения и последствия. Биоремедиация почв: небиологические методы и технологии ремедиации (извлечение и захоронение, фиксирование и стабилизация, фракционирование, термообработка, деструктивная очистка), биологические (самоочищение, биостимулирование, биоаугментация, биоконцентрирование и локализация, биовыщелачивание, обработка компостированием, обработка в биореакторах) и комбинированные методы, использование биопрепаратов. Сравнение методов ремедиации.

Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов.

Переработка органических отходов (микробиологическая переработка отходов в кормовые продукты, силосование, компостирование, аэробная стабилизация, анаэробное сбраживание и метаногенерация, биоконверсия в топливо, биоудобрения, вермикомпостирование).

Затраты на природоохранную деятельность, экологический ущерб и эколого-экономический эффект.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование компетенции   | Модуль |   |   |
|--|--------|---|---|
|  | 1      | 2 | 3 |
| <b><i>Знать:</i></b>   |        |   |   |
| основные закономерности функционирования биосферы и человека   | +      | + |   |
| экологические основы эволюции  | +      |   |   |
| глобальные проблемы окружающей среды   |        | + |   |
| экологические принципы рационального использования природных ресурсов  |        | + | + |
| приемы восстановления загрязненных экосистем   |        |   | + |
| методы предотвращения загрязнения окружающей среды   |        | + | + |
| <b><i>Уметь</i></b>  |        |   |   |
| определять роль отдельных биологических видов в экосистемах  | +      |   |   |
| оценивать последствия нарушения стабильности экосистем   | +      | + | + |
| анализировать последствия техногенного воздействия на водные экосистемы  |        | + | + |
| анализировать последствия техногенного воздействия на почвенные экосистемы   |        | + | + |
| оценивать последствия загрязнения воздушного бассейна  |        | + | + |
| рассчитывать затраты на природоохранную деятельность, экологический ущерб и эколого-экономический эффект   |        |   | + |
| <b><i>Владеть</i></b>  |        |   |   |
| приемами анализа воздействия техногенных факторов на объекты окружающей среды  | +      |   | + |
| методами оценки диапазона стабильности экосистемы  | +      | + | + |
| методами определения дестабилизирующего внешнего воздействия на объекты окружающей среды   | +      | + | + |
| методами экологического обеспечения производства   |        |   | + |
| методами инженерной защиты окружающей среды  |        |   | + |
| обладать владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6); | +      | + | + |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4); | + | + | + |
| владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

*Примерные темы практических занятий по дисциплине.*

| № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий   | Часы |
|----------------------|---|------|
| 1                    | Функционирование экосистем: перенос энергии и вещества по пищевым цепям, продуктивность экосистем, эволюция и изменчивость экосистем, стабильность и устойчивость экосистем, самоочищающая способность экосистем. | 4    |
| 1                    | Антропогенное воздействие на биосферу.  | 4    |
| 2                    | Модели роста численности населения Земли.   | 4    |
| 2                    | Источники и последствия загрязнения атмосферы.  | 4    |
| 3                    | Биологическая очистка и дезодорация газовойоздушных выбросов.   | 4    |
| 3                    | Переработка органических отходов  | 4    |
| 3                    | Расчёт затрат на природоохранную деятельность.  | 4    |
| 3                    | Расчет экологического ущерба  | 2    |
| 3                    | Расчет эколого-экономического эффекта.  | 2    |

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Введение в экобиотехнологию» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 24 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- подготовку к практическим занятиям по курсу;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к сдаче экзамена по курсу.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме экзамена.

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (1 контрольная работа по первому разделу, 2 контрольные работы – по второму разделу, 3 контрольные работы – по третьему разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.**

1. Экобиотехнология как наука. История развития экобиотехнологии.
2. Объект, предмет экобиотехнологии. Значение биотехнологии наши дни.
3. Понятие биосферы. Определение, границы, эволюция биосферы.
4. Учение В.Вернадского о биосфере.
5. Экосистема: определение, состав структура.
6. Роль живых организмов в организации и функционировании биосферы.
7. Функционирование экосистем: перенос энергии и вещества по пищевым цепям.
8. Продуктивность экосистем, эволюция и изменчивость экосистем,
9. Стабильность и устойчивость экосистем, самоочищающая способность экосистем.
10. Минеральное питание растений как основа круговорота вещества, азотфиксация клубеньковыми бактериями.
11. Роль энергетических механизмов фотосинтеза.
12. Основы теории популяций.
13. Последовательный процесс усложнения моделей автохтонной динамики популяций: от Мальтуса до нелинейных моделей с изменением параметра самоингибирования как функции численности.
14. Бифуркационные модели с запаздыванием и дискретным временем.
15. Представления о сообществе. Динамика популяций и простых сообществ с позиции теории колебаний.
16. Модель автоколебаний.
17. Представление о факторах среды с подразделением их на факторы вещественно-энергетических и информационных отношений.
18. Равновесная модель действия факторов на любой объект.
19. Антропогенное воздействие на биосферу: воздействие на природные экосистемы.
20. Источники загрязнения окружающей среды.
21. Биологические факторы загрязнения природных сред.

#### **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**

1. Экологические кризисы в истории Земли.
2. Понятие «рациональное природопользование» и «охрана природы».
3. Актуальные проблемы экологии в наши дни.
4. Демографическая история человечества.
5. Рост численности населения земного шара.

6. Факторы влияющие на смертность и рождаемость и в целом на динамику численности людей.
7. Особенности демографической ситуации в промышленно развитых странах и в развивающихся странах.
8. Модели роста численности населения Земли: непрерывный рост, сигмоидальный рост, выход за пределы и колебания, выход за пределы и коллапс.
9. Биологические механизмы регуляции численности вида.
10. Атмосфера. Общая характеристика атмосферы.
11. Причины и источники загрязнения атмосферы.
12. Условия, определяющие уровень загрязнения воздушного бассейна.
13. Неблагоприятные метеоусловия, температурная инверсия и смог.
14. Смог ледяной, лондонский и фотохимический.
15. Химические реакции и превращения веществ в атмосфере.
16. Стратосферный озон. Биосферные функции стратосферного озона.
17. «Озоновая дыра». Механизм разрушения озонового слоя.
18. Озоновый кризис и Монреальский договор.
19. Кислотные осадки. Влияние кислотных осадков на экосистему.
20. Гибель лесов Северного полушария, экологические и экономические последствия.
21. Атмосфера и климат. Климатические изменения в прошлом Земли.
22. Анализ причин изменения климата: концентрация парниковых газов в атмосфере; концентрация тропосферных аэрозолей; солнечная и вулканическая активность; аперiodические колебания в системе атмосфера-океан.
23. Современные проблемы нехватки энергоносителей и пути их решения (биотопливо, использование солнечной энергии и др.).
24. Проблемы техногенного загрязнения отдельных экосистем.
25. Экологические катастрофы.

### **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.**

1. Проблемы загрязнения окружающей среды и экологические последствия.
2. Водные ресурсы: источники загрязнения и последствия.
3. Восстановление водных экосистем.
4. Методы восстановления экосистем озер и водохранилищ.
5. Предотвращение эвтрофикации водоемов.
6. Борьба с заилением водоемов.
7. Борьба с загрязнением органическими ксенобиотиками и тяжелыми металлами водных ресурсов.
8. Тепловое загрязнение водоемов.
9. Очистка водных сред от нефти и нефтепродуктов, от тяжелых металлов и радионуклидов.
10. Очистка сточных вод: физические методы.
11. Очистка сточных вод: физико-химические методы.
12. Биологические методы очистки сточных вод.
13. Почва: источники загрязнения и последствия.
14. Биоремедиация почв: небологические методы и технологии ремедиации (извлечение и захоронение, фиксирование и стабилизация, фракционирование, термообработка, деструктивная очистка).
15. Биоремедиация почв: биологические методы (самоочищение, биостимулирование, биоаугментация, биоконцентрирование и локализация, биовыщелачивание, обработка компостированием, обработка в биореакторах).
16. Биоремедиация почв: комбинированные методы, использование биопрепаратов.

17. Сравнение методов ремедиации.
18. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов.
19. Переработка органических отходов: микробиологическая переработка отходов в кормовые продукты.
20. Переработка органических отходов: силосование.
21. Переработка органических отходов: компостирование.
22. Переработка органических отходов: аэробная стабилизация.
23. Переработка органических отходов: анаэробное сбраживание и метаногенерация.
24. Переработка органических отходов: биоконверсия в топливо.
25. Переработка органических отходов: биоудобрения.
26. Переработка органических отходов: вермикомпостирование.
27. Затраты на природоохранную деятельность.
28. Экологический ущерб и эколого-экономический эффект.

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – экзамен)**

1. Экобиотехнология как наука. История развития экобиотехнологии.
2. Объект, предмет экобиотехнологии. Значение экобиотехнологии в наши дни.
3. Понятие биосферы. Определение, границы, эволюция биосферы.
4. Учение В.Вернадского о биосфере.
5. Экосистема: определение, состав структура.
6. Роль живых организмов в организации и функционировании биосферы.
7. Функционирование экосистем: перенос энергии и вещества по пищевым цепям.
8. Продуктивность экосистем, эволюция и изменчивость экосистем,
9. Стабильность и устойчивость экосистем, самоочищающая способность экосистем.
10. Минеральное питание растений как основа круговорота вещества, азотфиксация клубеньковыми бактериями.
11. Роль энергетических механизмов фотосинтеза.
12. Основы теории популяций.
13. Последовательный процесс усложнения моделей автохтонной динамики популяций: от Мальтуса до нелинейных моделей с изменением параметра самоингибирования как функции численности.
14. Бифуркационные модели с запаздыванием и дискретным временем.
15. Представления о сообществе. Динамика популяций и простых сообществ с позиции теории колебаний.
16. Модель автоколебаний.
17. Представление о факторах среды с подразделением их на факторы вещественно-энергетических и информационных отношений.
18. Равновесная модель действия факторов на любой объект.
19. Антропогенное воздействие на биосферу: воздействие на природные экосистемы.
20. Источники загрязнения окружающей среды.
21. Биологические факторы загрязнения природных сред.
22. Экологические кризисы в истории Земли.
23. Понятие «рациональное природопользование» и «охрана природы».
24. Актуальные проблемы экологии в наши дни.
25. Демографическая история человечества.
26. Рост численности населения земного шара.
27. Факторы влияющие на смертность и рождаемость и в целом на динамику численности людей.

28. Особенности демографической ситуации в промышленно развитых странах и в развивающихся странах.
29. Модели роста численности населения Земли: непрерывный рост, сигмоидальный рост, выход за пределы и колебания, выход за пределы и коллапс.
30. Биологические механизмы регуляции численности вида.
31. Атмосфера. Общая характеристика атмосферы.
32. Причины и источники загрязнения атмосферы.
33. Условия, определяющие уровень загрязнения воздушного бассейна.
34. Неблагоприятные метеоусловия, температурная инверсия и смог.
35. Смог ледяной, лондонский и фотохимический.
36. Химические реакции и превращения веществ в атмосфере.
37. Стратосферный озон. Биосферные функции стратосферного озона.
38. «Озоновая дыра». Механизм разрушения озонового слоя.
39. Озоновый кризис и Монреальский договор.
40. Кислотные осадки. Влияние кислотных осадков на экосистему.
41. Гибель лесов Северного полушария, экологические и экономические последствия.
42. Атмосфера и климат. Климатические изменения в прошлом Земли.
43. Анализ причин изменения климата: концентрация парниковых газов в атмосфере; концентрация тропосферных аэрозолей; солнечная и вулканическая активность; аperiodические колебания в системе атмосфера-океан.
44. Современные проблемы нехватки энергоносителей и пути их решения (биотопливо, использование солнечной энергии и др.).
45. Проблемы техногенного загрязнения отдельных экосистем.
46. Экологические катастрофы.
47. Проблемы загрязнения окружающей среды и экологические последствия.
48. Водные ресурсы: источники загрязнения и последствия.
49. Восстановление водных экосистем.
50. Методы восстановления экосистем озер и водохранилищ.
51. Предотвращение эвтрофикации водоемов.
52. Борьба с заилением водоемов.
53. Борьба с загрязнением органическими ксенобиотиками и тяжелыми металлами водных ресурсов.
54. Тепловое загрязнение водоемов.
55. Очистка водных сред от нефти и нефтепродуктов, от тяжелых металлов и радионуклидов.
56. Очистка сточных вод: физические методы.
57. Очистка сточных вод: физико-химические методы.
58. Биологические методы очистки сточных вод.
59. Почва: источники загрязнения и последствия.
60. Биоремедиация почв: небиологические методы и технологии ремедиации (извлечение и захоронение, фиксирование и стабилизация, фракционирование, термообработка, деструктивная очистка).
61. Биоремедиация почв: биологические методы (самоочищение, биостимулирование, биоаугментация, биоконцентрирование и локализация, биовыщелачивание, обработка компостированием, обработка в биореакторах).
62. Биоремедиация почв: комбинированные методы, использование биопрепаратов.
63. Сравнение методов ремедиации.
64. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов.
65. Переработка органических отходов: микробиологическая переработка отходов в кормовые продукты.

66. Переработка органических отходов: силосование.
67. Переработка органических отходов: компостирование.
68. Переработка органических отходов: аэробная стабилизация.
69. Переработка органических отходов: анаэробное сбраживание и метаногенерация.
70. Переработка органических отходов: биоконверсия в топливо.
71. Переработка органических отходов: биоудобрения.
72. Переработка органических отходов: вермикомпостирование.
73. Затраты на природоохранную деятельность.
74. Экологический ущерб и эколого-экономический эффект.

### 8.3. Структура и пример билета для экзамена (4 семестр)

Экзамен по дисциплине «Введение в экобиотехнологию» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по трем модулям учебной программы. Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов, относящихся к разным модулям курса. Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый и второй вопросы – максимально по 15 баллов каждый, третий вопрос – максимально 10 баллов. Общая оценка экзамена складывается путем суммирования оценок текущего контроля по модулю 3 и ответа на экзамене. Максимальная оценка экзамена – 100 баллов.

#### Пример экзаменационного билета

|  |  |
|--|--|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>биотехнологии<br/>_____ В.И. Панфилов<br/>«__» _____ 20__ г.</p>  | Министерство науки и высшего образования РФ                                    |
|  | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b> |
|  | <b>Кафедра биотехнологии</b>   |
|  | <b>Направление подготовки<br/>19.03.01 Биотехнология</b>                       |
|  | <b>Дисциплина «Введение в экобиотехнологию»</b>                                |
| <b>Билет № 1</b>   |  |
| <p>3. Функционирование экосистем: перенос энергии и вещества по пищевым цепям.</p> <p>4. Очистка водных сред от нефти и нефтепродуктов, от тяжелых металлов и радионуклидов. бб</p> <p>5. Затраты на природоохранную деятельность.</p> |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 9.1. Рекомендуемая литература.

#### 13.2.2. а) Основная литература:

- Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. и др. Прикладная экобиотехнология. М.: Бином, 2010, т. 1. 630 с.; т. 2. 486 с.;

#### 13.2.3. б) Дополнительная литература

- Никаноров А.М., Хоружая Т.А. Экология. М.: ПРИОР, 1999, 304 с.;
- Шилов И.А. Экология. М.:Высш. Шк., 2000, 512 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология»,

- «Прикладная биохимия и микробиология»,
- «Микробиология»,
- «Химическая промышленность сегодня»,
- «Вода: химия и экология»,
- «Микробиологическая промышленность»,
- «Актуальная биотехнология»,
- «Экология и промышленность России»,
- «Химико-фармацевтический журнал»,
- «Биофармацевтический журнал».

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muctr.ru/university/departments/uu/e-learning/>
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 74).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Введение в экобиотехнологию» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Основные механизмы передачи, изменения, восстановления и реализации генетической информации должны быть представлены на настенных плакатах или с использованием демонстрационных средств в формате Microsoft PowerPoint.

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    | Microsoft Teams  |  |  |  |
| 4  | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.             | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5  | ABBYY FineReader 10 Professional Edition   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  |  | бессрочная   |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование модулей   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки                                 |
|--|--|--|
| Модуль 1. Основные принципы организации и функционирования экосистем | <p>Знать: основные закономерности функционирования биосферы и человека; экологические основы эволюции.</p> <p>Уметь: определять роль отдельных биологических видов в экосистемах; оценивать последствия нарушения стабильности экосистем.</p> <p>Владеть: приемами анализа воздействия техногенных факторов на объекты окружающей среды; методами оценки диапазона стабильности экосистемы; методами определения дестабилизирующего внешнего воздействия на объекты окружающей среды.</p>  | Рейтинговая контрольная работа, домашние работы по темам модуля. |
| Модуль 2. Глобальные экологические проблемы                          | <p>Знать: основные закономерности функционирования биосферы и человека; глобальные проблемы окружающей среды; экологические принципы рационального использования природных ресурсов; методы предотвращения загрязнения окружающей среды.</p> <p>Уметь: оценивать последствия нарушения стабильности экосистем; анализировать последствия техногенного воздействия на водные экосистемы; анализировать последствия техногенного воздействия на почвенные экосистемы; оценивать последствия загрязнения воздушного бассейна.</p> <p>Владеть: методами оценки диапазона стабильности экосистемы; методами определения дестабилизирующего внешнего воздействия на объекты окружающей среды.</p>  | Рейтинговая контрольная работа, домашние работы по темам модуля. |
| Модуль 3. Введение в экобиотехнологию                                | <p>Знать: экологические принципы рационального использования природных ресурсов; приемы восстановления загрязненных экосистем; методы предотвращения загрязнения окружающей среды.</p> <p>Уметь: оценивать последствия нарушения стабильности экосистем; анализировать последствия техногенного воздействия на водные экосистемы; анализировать последствия техногенного воздействия на почвенные экосистемы; оценивать последствия загрязнения воздушного бассейна; рассчитывать затраты на природоохранную деятельность, экологический ущерб и эколого-экономический эффект.</p> <p>Владеть: приемами анализа воздействия техногенных факторов на объекты окружающей среды; методами оценки диапазона стабильности экосистемы;</p> | Рейтинговая контрольная работа, домашние работы по темам модуля. |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | методами определения дестабилизирующего внешнего воздействия на объекты окружающей среды; методами экологического обеспечения производства. |  |
|--|---|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Введение в экобиотехнологию»**  
**основной образовательной программы**  
 19.03.01 «Биотехнология»  
 Форма обучения: очная

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения   | Основание внесения изменения/дополнения   |
|----------------------------|---|---|
| 1.                         | Обновление перечня лицензионного программного обеспечения                                 | протокол заседания Ученого совета № 3 от «30» октября 2019 г.   |
| 2.                         | Обновление перечня электронных информационных ресурсов и нормативных документов           | протокол заседания Ученого совета № 3 от «30» октября 2019 г.   |
| 3.                         | Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных образовательных программ | Приказ Ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 163-А от «16» 03 2020 г. «О предупреждении распространения новой коронавирусной инфекции» |
|                            |   | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.  |
|                            |   | протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА: ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ  
ПЕРВИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И  
НАВЫКОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПЕРВИЧНЫХ УМЕНИЙ И  
НАВЫКОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена  
д.х.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Красноштановой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И.  
Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г., протокол № \_\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), профиль «Биотехнология», с рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана и рассчитана на проведение практики в 4 семестре обучения.

**Целью практики** является: закрепление углубление теоретической подготовки; приобретение обучающимся практических навыков и компетенций; приобретение обучающимся опыта самостоятельной профессиональной деятельности;

**Задачами практики** являются обучение навыкам работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники в области биотехнологии; обучение навыкам проведения научных исследований и выполнения технических разработок; обучение навыкам сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме (заданию); обучение навыкам проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; обучение навыкам составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа практики может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

обладать способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1); способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2); готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3); способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4); способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10); готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11).

В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*знать*: приемы работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией, важнейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;

*уметь*: осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию); проведение научных исследований и выполнения технических разработок.

*владеть*: навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика организуется в 4 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки 19.03.01 Биотехнология. Контроль освоения студентами материала практики «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

| Виды учебной работы                                | Объем практики         |            |           |
|--|------------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ                     | Акад.ч.    | Астр.ч.   |
| <b>Общая трудоемкость практики</b>                 | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| Индивидуальное задание                             | 1,0                    | 36         | 27        |
| Самостоятельное изучение разделов практики         | 2,0                    | 71,6       | 53,7      |
| Контактная самостоятельная работа                  |                        | 0,4        | 0,3       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Ознакомление с историей биотехнологии, ее основными направлениями (цвета биотехнологии), оборудованием, используемым при проведении научных исследований в области биотехнологии.

Посещение тематических экспозиций музеев и выставок.

Посещение научных лабораторий кафедры, научно-исследовательских организаций, центров коллективного пользования.

Ознакомление с основными способами производства и областями применения биотехнологической продукции.

Ознакомление с перспективными научными разработками в области биотехнологии. Знакомство с организацией работы в исследовательской лаборатории.

Подготовка отчета о прохождении практики.

#### 4.1. Разделы практики и виды учебной работы

| Раздел практики   | В форме практ. подг. | Самостоятельная работа, акад. часов |
|---|----------------------|-------------------------------------|
| Раздел 1. Методы работы с научно-технической литературой с целью сбора информации по теме исследования. | 36                   | 36                                  |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Раздел 2. Методы исследования и проведения экспериментальных работ в соответствии с выполняемыми задачами исследования. | 36  | 36  |
| Раздел 3. Порядок оформления научно-технической документации.   | 36  | 36  |
| Всего часов   | 108 | 108 |

#### 4.2. Содержание разделов практики

*Раздел 1. Методы работы научно-технической литературой с целью сбора информации по теме исследования.* Работа с современными поисковыми Интернет-ресурсами по теме исследования. Патентный поиск.

*Раздел 2. Методы исследования и проведения экспериментальных работ в соответствии с выполняемыми задачами исследования.* Методы анализа и обработки экспериментальных данных. Основы моделирования изучаемых процессов и явлений. Информационные технологии в научных исследованиях.

*Раздел 3. Порядок оформления научно-технической документации.* Подготовка отчета о прохождении учебной практики. Требования, предъявляемые к написанию и представлению отчета.

#### 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| №   | В результате прохождения практики студент должен:   | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|---|---|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>   |          |          |          |
| 1   | приемы работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией, важнейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний; | +        | +        | +        |
|   | <b>Уметь:</b>   |          |          |          |
| 2   | осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию);  | +        | +        | +        |
| 3   | осуществлять проведение научных исследований и выполнения технических разработок.   | +        | +        | +        |
|   | <b>Владеть:</b>   |          |          |          |
| 4   | навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.                 | +        | +        | +        |
| В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции:</b> обладать |   |          |          |          |
| 5   | способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров                                | +        | +        | +        |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
|    | биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1);  |   |   |   |
| 6  | способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2);  | + | + | + |
| 7  | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);   | + | + | + |
| 8  | способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);   | + | + | + |
| 9  | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);   | + | + | + |
| 10 | владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); | + | + | + |
| 11 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | + | + | + |
| 12 | готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11);   | + | + | + |

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология проведение практических занятий по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» не предусмотрено.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология проведение лабораторных занятий по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» не предусмотрено.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления знаний по практике и предусматривает:

- посещение научных семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;

- знакомство с опытно-экспериментальной базой кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

В ходе прохождения учебной практики студенты знакомятся с историей развития биотехнологии, ее основными направлениями, учебным планом подготовки бакалавров-биотехнологов, посещают лаборатории кафедры биотехнологии РХТУ, Центра коллективного пользования, профильных НИИ, знакомятся с организацией работы в исследовательской лаборатории. По результатам прохождения учебной практики студенты готовят отчет о прохождении учебной практики. Формат учебной практики предполагает организацию лекций, семинаров (45–90 минут), устных презентаций сотрудников выпускающей кафедры по направлениям исследований и посещение подразделений вуза, а также включает согласование и утверждение темы индивидуального задания.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

### **8.1. Примеры оценочных средств текущего контроля знаний**

*Примерная тематика индивидуального задания*

1. Роль биотехнологии в современном мире.
2. Биотехнология – основа научно-технического прогресса и повышения качества жизни человека (белая; зеленая; красная; серая; синяя).
3. Новейшие достижения в области биотехнологии (геномика, протеомика, клеточные технологии).
4. Современные успехи геномики: трансгенные организмы.
5. Реализация научного проекта «Геном человека».
6. Проблема накопления и пути утилизации полимерных отходов.
7. Трансгенные микроорганизмы и клеточные культуры (рекомбинантные микроорганизмы для получения коммерческих продуктов).
8. Перспективы получения и утилизации разрушаемых полимеров на основе возобновляемых природных источников.
9. Биоупаковка – альтернативы синтетическому пластику.
10. Области применения генной инженерии растений.
11. Значение и место культуры тканей в биотехнологии растений.
12. Получение метана и других углеводородов.
13. Перспективы использования генетически модифицированных организмов.
14. Основные достижения биотехнологии растений и их влияние на создание новых продуктов питания.
15. Роль биотехнологии в защите и оздоровлении биосферы.
16. Среды и сырье для микробиологической промышленности
17. Успехи и перспективы использования бактерий в биотехнологии
18. Ферменты и белковые препараты в медицине.
19. Биотехнологические методы получения новых вакцинных препаратов.
20. Получение ферментных препаратов на основе культивирования микроорганизмов.
21. Биотехнологические методы повышения фотосинтетической продуктивности растений.
22. Биотехнология и биобезопасность.
23. Медико-биологическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников.
24. Биотехнология и ее роль в развитии общества.
25. Особенности организации биотехнологического производства.
26. Микробиологический синтез и трансформация.

### **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)**

1. Основные направления современной биотехнологии.
2. Предмет и задачи биотехнологии. Связь биотехнологии с другими фундаментальными науками и прикладными отраслями.
3. Краткая история развития и научные предпосылки становления современной биотехнологии.
4. Развитие биотехнологии в России и других странах мира.
5. Источники сырья в биотехнологическом производстве.
6. Особенности культивирования клеток микробного, животного и
7. Иммуобилизованные ферменты. Области применения иммуобилизованных ферментов.
8. История развития генетической инженерии.
9. Возможные опасности применения генетической инженерии, этические и юридические аспекты.
10. Биотехнология в развитии сельскохозяйственного производства.
11. Биотехнология и получение новых пищевых продуктов.
12. Биотехнология в энергетике.
13. Биотехнология в медицине и здравоохранении.
14. Биотехнология и охрана окружающей среды.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и пример билета для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» включает два контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой:

|  |  |
|--|--|
| <p>«Утверждаю»<br/>Заведующий кафедрой<br/>биотехнологии<br/>_____ В.И. Панфилов<br/>«__» _____ 20__ г.</p>  | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>   |
|  | <b>Российский химико-технологический университет имени<br/>Д.И. Менделеева</b>   |
|  | <b>Кафедра биотехнологии</b>   |
|  | <b>«Учебная практика: практика по получению первичных<br/>профессиональных умений и навыков, в том числе<br/>первичных умений и навыков научно-исследовательской<br/>деятельности»</b> |
| <b>Билет № 1</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предмет и задачи биотехнологии. Связь биотехнологии с другими фундаментальными науками и прикладными отраслями.</li> <li>2. Возможные опасности применения генетической инженерии, этические и юридические аспекты.</li> </ol> |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 13.2.4. а) Основная литература

14. 1. Баурина М. М., Красноштанова А. А., Шакир И. В. Технология получения биологически активных веществ. — РХТУ Москва, 2009. — С. 120.
15. 2. Микробиологический контроль биотехнологических производств / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов, И. В. Шакир. — ДеЛи плюс Москва, 2016. — С. 142.

16. 3. Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Панфилов В. И. Биологическая безопасность биотехнологических производств. — ДеЛи Москва, 2010. — С. 132.
17. 4. Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию, учебник для вузов, изд-во Академия. — Академия Москва, 2014. — С. 288.

### 17.2.2. б) Дополнительная литература

18. 1. Шакир И. В., Красноштанова А. А., Бабусенко Е. С., Парфенова Е. В., Суясов Н. А., Смирнова В. Д. Общая биотехнология. Лабораторный практикум. — учебное пособие РХТУ. — 2007 г. — 120 с.
19. 2. Биотехнология биологически активных веществ. /Под ред. Грачевой И. М. — «Элевар». — 2006. — 456 с.
20. 3. Крылов И. А., Кухаренко А. А., Панфилов В. И. Основы проектирования биотехнологических производств. — РХТУ им. Д. И. Менделеева Москва, 2003. — С. 168.
4. Грачева И. М. Биотехнология ферментных препаратов. — М.: Пищевая промышленность, 1992.
5. Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках - изд-во МГУ, изд-во "Наука" Москва, 2004.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения практики

- темы индивидуальных заданий.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

В соответствии с учебным планом занятия по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» проводится в форме самостоятельной работы обучающегося, как правило, на кафедре биотехнологии или профильной научно-исследовательской организации с обязательным назначением руководителя практики от кафедры, и включает теоретическое и практическое освоение программы практики с использованием материально-технической базы кафедры.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для магистров, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий каждый обучающийся обеспечен во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов продукции из высокотемпературных неметаллических материалов; каталоги продукции промышленных предприятий; раздаточный материал к лекционным курсам; учебные фильмы по процессам технологии и способам производства отдельных видов продукции; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по биотехнологической продукции.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    | Microsoft Teams  |  |  |  |
| 4  | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.             | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5  | ABBYY FineReader 10 Professional Edition   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  |  | бессрочная   |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|--|--|---|
| <p>Раздел 1. Методы работы с научно-технической литературой с целью сбора информации по теме исследования.</p>                 | <p><i>Знает:</i> приемы работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией, важнейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;<br/> <i>Умеет:</i> осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию); проведение научных исследований и выполнения технических разработок.<br/> <i>Владеет:</i> навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.</p> | <p>Оценка за индивидуальное задание, оценка за защиту отчета по практике, Оценка за зачет с оценкой (4-й семестр)</p> |
| <p>Раздел 2. Методы исследования и проведения экспериментальных работ в соответствии с выполняемыми задачами исследования.</p> | <p><i>Знает:</i> приемы работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией, важнейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;<br/> <i>Умеет:</i> осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию); проведение научных исследований и выполнения технических разработок.<br/> <i>Владеет:</i> навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.</p> | <p>Оценка за индивидуальное задание, оценка за защиту отчета по практике, Оценка за зачет с оценкой (4-й семестр)</p> |
| <p>Раздел 3. Порядок оформления научно-технической документации.</p>   | <p><i>Знает:</i> приемы работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией, важнейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;<br/> <i>Умеет:</i> осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию); проведение научных исследований и выполнения технических разработок.<br/> <i>Владеет:</i> навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.</p> | <p>Оценка за индивидуальное задание, оценка за защиту отчета по практике, Оценка за зачет с оценкой (4-й семестр)</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе практики**  
**«Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений**  
**и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской**  
**деятельности»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена  
д.х.н., профессором кафедры биотехнологии Красноштановой А.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И.  
Менделеева «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол №\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология», рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа «Производственная практика: научно-исследовательская работа» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана, блоку «Практики» и рассчитана на проведение практики в 7-м семестре.

Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области промышленной биотехнологии, биохимии, микробиологии.

**Целью практики** является закрепление студентами теоретических знаний и практических умений и навыков по вопросам проведения исследований в области биотехнологии, обучение навыкам самостоятельной работы: составления литературных обзоров, проведения теоретических исследований, практическому решению учебно-исследовательской задачи.

### **Задачи практики:**

- освоение методологии проведения научных исследований в области биотехнологии;
- совершенствование практических навыков работы с биообъектами и лабораторным оборудованием;
- освоение навыков подготовки научных отчетов по результатам исследовательской работы.

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики при подготовке бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология» направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

обладать: способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1); способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2); готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3); способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4); способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и

сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); владением планированием эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10); готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11).

В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*Знать:* содержание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

*Уметь:* планировать и проводить экспериментальные исследования по биотехнологии; систематизировать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлять отчет по выполненному заданию;

*Владеть:* навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования эффективных технологических процессов и установок по производству биологически активных веществ, получению генно-инженерных штаммов, культивированию микроорганизмов.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 7-м семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 19.03.01 Биотехнология. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

| Виды учебных занятий   | Объем практики         |            |           |
|--|------------------------|------------|-----------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч    | Астр. ч   |
| <b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>   | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>   | <b>1,33</b>            | <b>48</b>  | <b>36</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>   | <b>1,33</b>            | <b>48</b>  | <b>36</b> |
| Практические занятия (ПЗ)  | 1,33                   | 48         | 36        |
| в том числе в форме практической подготовки  | 1,33                   | 48         | 36        |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>  | <b>1,67</b>            | <b>60</b>  | <b>45</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>   | <b>1,67</b>            | <b>60</b>  | <b>45</b> |
| Индивидуальное задание   | 1,11                   | 40         | 30        |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе научно-исследовательской работы | 0,56                   | 19,6       | 14,7      |
| Контактная самостоятельная работа  |                        | 0,4        | 0,3       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>   | <b>зачет с оценкой</b> |            |           |

## 64. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

### 64.1. Разделы практики и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                     | Акад. часов |                                |                     |                                |                      |                                   | <i>Зачет с<br/>оцenk.</i> |
|----------|---|-------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|
|          |   | Всего       | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Практич.<br>занятия | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Самостоят.<br>работа | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. |                           |
|          | Введение  | 6           | 6                              | 2                   | 2                              | 4                    | 4                                 | +                         |
| 1        | Раздел 1. Подготовка литературного обзора по теме НИР | 34          | 34                             | 14                  | 14                             | 20                   | 20                                | +                         |
| 2        | Раздел 2. Методическая часть УНИРС.                   | 24          | 24                             | 8                   | 8                              | 16                   | 16                                | +                         |
| 3        | Раздел 3. Методология написания отчета по УНИРС.      | 44          | 44                             | 24                  | 24                             | 20                   | 20                                | +                         |
|          | ИТОГО   | 108         | 108                            | 48                  | 48                             | 60                   | 60                                | +                         |

## 4.2. Содержание разделов практики

**Введение.** Цели и задачи НИР. Структура НИР. Требования к НИР.

**Раздел 1. Подготовка литературного обзора по теме НИР.** Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе. Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования.

**Раздел 2. Методическая часть НИР. Определение необходимых методов анализа и эксперимента. Приемы обработки экспериментальных данных.** Выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования. Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов.

**Раздел 3. Методология написания отчета по НИР.** Методология подготовки научной работы к публичной защите. Написание отчета. Подготовка научного доклада и презентации.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| № | В результате прохождения практики студент должен:   | Раздел |   |   |
|---|---|--------|---|---|
|   |   | 1      | 2 | 3 |
|   | <b>Знать:</b>   |        |   |   |
| 1 | содержание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;  | +      | + | + |
|   | <b>Уметь:</b>   |        |   |   |
| 2 | планировать и проводить экспериментальные исследования по биотехнологии;  | +      | + | + |
| 3 | систематизировать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций,   | +      | + | + |
| 4 | составлять отчет по выполненному заданию;   | +      | + | + |
|   | <b>Владеть</b>  |        |   |   |
| 5 | навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования эффективных технологических процессов и установок по производству биологически активных веществ, получению генно-инженерных штаммов, культивированию микроорганизмов. | +      | + | + |
|   | В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции:</b>  |        |   |   |
| 6 | способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1);              | +      | + | + |
| 7 | способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2);   | +      | + | + |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 8  | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);   | + | + | + |
| 9  | способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);   | + | + | + |
| 10 | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);   | + | + | + |
| 11 | владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); | + | + | + |
| 12 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | + | + | + |
| 13 | готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11);   | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Практические занятия состоят в выполнении обучающимся научно-исследовательской работы по индивидуальной тематике. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ приведен в п. 8.1 настоящей программы.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология проведение лабораторных занятий по практике «Производственная практика: научно-исследовательская работа» не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

На практику учебным планом выделено 60 акад. часов (45 астрон. часов) самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов предполагает проведение анализа имеющихся данных по результатам теоретического и экспериментального исследования в рамках поставленных для отдельных этапов обучения задач по теме магистерской диссертации, а также подготовку научных отчетов. Практическое освоение приемов организации научно-исследовательской деятельности в вузе предусматривает личное участие обучающегося в проведении научных исследований и разработок кафедры, включая:

- участие в выполнении научно-исследовательских работ кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- участие в подготовке отчетных материалов по научно-исследовательским работам кафедры (проблемной лаборатории, научной группы).

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Комплект оценочных средств по практике предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы практики. А также для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств включает:

- оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в форме устного опроса, позволяющего оценивать и диагностировать знание фактического материала, умение правильно использовать специальные термины и понятия, планировать и выполнять научное исследование;
- оценочные средства для проведения итогового контроля в форме зачета с оценкой.

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ

1. Новые подходы к повышению эффективности препаратов углеводородокисляющих бактерий.
2. Воздействие оксидативного стресса на рост продуцента *Lactobacillus paracasei* В4079 в условиях периодического культивирования.
3. Разработка методики определения содержания С50-каротиноидов галофильных микроорганизмов.
4. Культивирование мутантных штаммов *Yarrowia lipolytica* – продуцента лимонной кислоты на жиросодержащих питательных средах.
5. Аэробные углеводородокисляющие бактерии месторождений тяжелой нефти Татарстана.
6. Изучение процесса пеноконцентрирования белков молочной сыворотки.
7. Биоремедиация верхних водоносных горизонтов в районе ПАО НЗХК.
8. Разработка системы пероральной доставки инсулина и интерферона на основе хитозан-альгинатных наночастиц.
9. Влияние биополимеров и физиологически активных веществ на свойства протеиназ.
10. Оптимизация условий предварительной обработки зернового сырья для культивирования бифидобактерий.
11. Исследование взаимодействия грибов *Fusarium oxysporum* и *Trichoderma viride* при поверхностном культивировании.
12. Разработка технологии создания направленного ветеринарного средства на основе биологически активных белково-пептидных комплексов, обратимо иммобилизованных в полимерном носителе.
13. Исследование ростовых характеристик *Methylobacillus methanica* при культивировании в метано-воздушной атмосфере.
14. Усиление сигнала в иммунохроматографии на примере стрептомицина.
15. Выбор ферментных препаратов и оптимизация предварительной ферментативной обработки питательной среды на основе пшеничной муки для культивирования лактобактерий.
16. Влияние алкилоксибензолов на образование клеток-персистеров II типа *Enterococcus faecium*.
17. Формирование наночастиц железа микробиотой Онежского озера.
18. Исследование влияния отдельных параметров на рост пробиотических и непобиотических микроорганизмов в среде с пребиотиком.
19. Получение вкусоароматической добавки кислотным гидролизом гороховых и

соевых белковых продуктов.

20. Разработка синтетической среды для глубинного культивирования галобактерий.

21. Получение мультиспецифичного конъюгата для определения общей вирусной зараженности фитопатогенов картофеля.

22. Интегральная характеристика биомассы *Halobacterium salinarum*, полученной при распылительной сушке.

23. Изучение микрофлоры личинок мух - перспективного сырья для создания широкого спектра белковых продуктов.

24. Использование жмыха семян амаранта в качестве сырья для получения кормовой биомассы дрожжей.

25. Микроорганизмы для проницаемого барьера в подземных водах, загрязненных нитрат ионами и радионуклидами.

26. Использование отходов переработки кофейных зерен для культивирования каротинсинтезирующих дрожжей рода *Rhodotorula*.

27. Наноконтейнеры для доставки незаменимых нутрицевтиков на основе комплекса казеината натрия с хитозаном: структура и свойства.

28. Защитный эффект *E.coli* в отношении Г+ бактерий в бинарных биопленках при воздействии антибиотиков.

29. Оптимизация состава питательной среды и определение экономически выгодного источника азота и углерода для крупнотоннажного синтеза L-молочной кислоты.

## **8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Контрольные работы проводятся в форме устного опроса по теме научно-исследовательской работы. Максимальная оценка за каждую работу – 20 баллов.

### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.**

- Представление программы научного исследования.
- Основные достижения науки и производства по теме исследования.
- Актуальность выполняемой работы.
- Обоснование выбора и характеристика применяемых методов исследования.
- Предполагаемые научные и практические результаты выполняемого исследования.

### **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.**

- Контроль выполнения программы научно-исследовательской работы.
- Анализ аналитического обзора по теме исследования.
- Необходимость корректировки темы и методов выполняемого исследования.
- Анализ полученных научных результатов.
- Графическое представление результатов эксперимента.

### **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.**

- Соответствие содержания отчета программе исследования.
- Качество оформления отчета.
- Содержание презентации научно-исследовательской работы.

## **8.3. Итоговый контроль освоения практики (зачет с оценкой)**

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы практики и содержит два вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Актуальность темы исследования.
2. Предмет и объект исследований.
3. Аналитические методы, используемые при выполнении НИР

4. Экспериментальные методы, используемые при выполнении НИР
5. Основные результаты, их обсуждение и интерпретация.
6. Используемые методы обработки экспериментальных данных.
7. Планируемое развитие исследований по теме НИР.

Зачет проводится в форме мини-конференции по темам выпускных квалификационных работ.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

*Зачет с оценкой* по практике «*Производственная практика: научно-исследовательская работа*» проводится в 7-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета к зачету с оценкой:

|   |  |
|---|--|
| <p>«<i>Утверждаю</i>»<br/>Заведующий кафедрой<br/>биотехнологии<br/>_____ В.И.Панфилов</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>                                | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                         |
|   | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b> |
|   | <b>Кафедра биотехнологии</b>   |
|   | <b>19.03.01 Биотехнология</b>  |
|   | <b>Профиль «Биотехнология»</b>   |
|   | <b>«Производственная практика: научно-исследовательская работа»</b>        |
| <b>Билет № 1</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предмет и объект исследований.</li> <li>2. Основные результаты, их обсуждение и интерпретация.</li> </ol> |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 20.2.2. а) Основная литература

21. 1.Бабусенко Е.С., Градова Н.Б., Красноштанова А.А., Панфилов В.И., Шакир И.В., Баурин Д.В., Баурина М.М., Калёнов С.В. Реформирование биотехнологического образования на основе Болонского процесса : Методическое пособие. - Т. 3 / под ред. Кузнецов А.Е. - М.: Лаборатория знаний , 2017. - 865 с.
22. 2.Методические указания по подготовке, оформлению и защите выпускной квалификационной работы по направлению 19.03.01 «Биотехнология»: Учебно-метод. пособие / Сост.: Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Красноштанова А.А., Кузнецов А.Е., Шакир И.В., Панфилов В.И. - М.: Издательство РХТУ, 2016. - 40 с.
23. 3.М. Г. Гордиенко, Д. В. Баурин, Б. А. Кареткин и др. Измерения. Статистическая обработка результатов пассивного и активного экспериментов в биотехнологии. /— Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева Издательский центр Москва, 2014. — С. 107.

#### 23.2.2. б) Дополнительная литература

24. 1.Градова Н.Б. - внешт., Далин М.В. - внешт., Ямина Н.Б. - внешт., Ермолаев А.В. - внешт. Санитарно-гигиеническая безопасность биотехнологических производств: 2.Учебное пособие - Москва: Издательство РХТУ, 2010. - 45 с.

25. Бертини, И. Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность. В 2 т. / И. Бертини. - М.: Бином, 2014. - 1079 с.
26. 3.Василенко, Ю.К. Биологическая химия: Учебное пособие / Ю.К. Василенко. - М.: МЕДпресс-информ, 2011. - 432 с.
4. Научная литература по тематике научного исследования.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения практики

Для реализации практики подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- перечень индивидуальных заданий для выполнения в процессе прохождения практики;
- банк тестовых заданий для итогового контроля прохождения практики;
- методические указания для подготовки отчета по учебной практике.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

В соответствии с учебным планом занятия по практике «Производственная практика: научно-исследовательская работа» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для магистров, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий каждый обучающийся обеспечен во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов продукции из высокотемпературных неметаллических материалов; каталоги продукции промышленных предприятий; раздаточный материал к лекционным курсам; учебные фильмы по процессам технологии и способам производства отдельных видов изделий; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде;

учебные фильмы к разделам дисциплин; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по биотехнологической продукции.

Лаборатории, в которых проводится научно-исследовательская работа, должны быть оснащены оборудованием, минимальный набор которого следующий: весы технические и аналитические, роторные испарители, магнитные мешалки различных типов, рН-метры, сушильные шкафы, ультразвуковые бани, вакуумные насосы, дистилляторы; оборудование для проведения биоорганического синтеза, проведения хроматографии, электрофореза, микробиологическое оборудование для работы с микроорганизмами (термостатируемые шейкеры, автоклавы, ламинарные шкафы, центрифуги, термостатируемые шкафы, микроскоп), спектрофотометры, компьютеры, сканеры, масс-спектрометры, поляриметры, спектрофлуориметры, секвенаторы.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>InfoPath</b></p> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| 4  | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.             | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5  | ABBYY FineReader 10 Professional Edition   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  |  | бессрочная   |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| Наименование разделов                                 | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|--|---|
| Раздел 1. Подготовка литературного обзора по теме НИР | <p><i>Знает:</i> содержание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;</p> <p><i>Умеет:</i> планировать и проводить экспериментальные исследования по биотехнологии; систематизировать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлять отчет по выполненному заданию;</p> <p><i>Владеет:</i> навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования эффективных технологических процессов и установок по производству биологически активных веществ, получению генно-инженерных штаммов, культивированию микроорганизмов.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)</p> |
| Раздел 2. Методическая часть НИР                      | <p><i>Знает:</i> содержание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;</p> <p><i>Умеет:</i> планировать и проводить экспериментальные исследования по биотехнологии; систематизировать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлять отчет по выполненному заданию;</p> <p><i>Владеет:</i> навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования эффективных технологических процессов и установок по производству биологически активных веществ, получению генно-инженерных штаммов, культивированию микроорганизмов.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №2.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)</p> |
| Раздел 3. Методология написания отчета по НИР.        | <p><i>Знает:</i> содержание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;</p> <p><i>Умеет:</i> планировать и проводить экспериментальные исследования по биотехнологии; систематизировать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлять отчет по выполненному заданию;</p> <p><i>Владеет:</i> навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования эффективных технологических процессов и установок по производству биологически активных веществ, получению генно-инженерных штаммов, культивированию микроорганизмов.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №3.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)</p> |

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Положение о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе практики**  
**«Производственная практика: научно-исследовательская работа»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ПРАКТИКА ПО  
ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И ОПЫТА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология».**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена  
д.х.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Красноштановой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

---

(Наименование кафедры)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол №\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), профиль «Биотехнология», рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа «Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» относится к обязательным дисциплинам вариативной части обязательных дисциплин учебного плана блока «Практики» и рассчитана на прохождение обучающимися в 6 семестре (3 курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области промышленной биотехнологии, биохимии, микробиологии.

**Цель практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»:** получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики, закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося; приобретение обучающимся практических навыков и компетенций; приобретение обучающимся опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

**Задачи практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»** заключаются в формировании у студентов новых и закреплении имеющихся знаний, умений, навыков и способностей, относящихся к:

- применению методов биотехнологии для производства конкретных видов продукции;
- умению анализировать технологические процессы, работать с производственным и аналитическим оборудованием;
- знанию основных принципов контроля и обеспечения качества биотехнологической продукции, организации и функционирования биотехнологического производства, системы менеджмента качества на производстве на базе отечественных и международных стандартов качества (ISO серии 9000 и 14000, GMP, HACCP и пр.);
- умению работать с нормативной и технологической документацией на предприятии;
- выполнению правил охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, санитарии на биотехнологическом производстве;
- самостоятельному сбору и анализу информации, составлению и оформлению отчетов.

Производственная практика предполагает закрепление теоретических знаний студентов по курсам профессионального цикла. К моменту прохождения производственной практики обучающиеся должны владеть теоретическими знаниями по естественнонаучным и профессиональным дисциплинам, иметь общие представления об объектах и сферах деятельности биотехнологии.

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа практики может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций:

обладать: способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1); способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2); готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3); способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4); способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10); готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11).

В результате изучения прохождения практики студент бакалавриата должен:

*знать:* методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов; создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов; этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;

*уметь:* разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками; проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;

*владеть:* теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии, знаниями конструктивных особенностей и методами расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.

## 2. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 6-м семестре. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

| Виды учебной работы   | Объем практики         |            |           |
|---|------------------------|------------|-----------|
|   | ЗЕ                     | Акад.ч.    | Астр.ч.   |
| <b>Общая трудоемкость практики</b>                                      | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                                     | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>в том числе форме практической подготовки:</b>                       | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b> |
| Индивидуальное задание  | 1,0                    | 36         | 27        |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики | 2,0                    | 71,6       | 53,7      |
| Контактная самостоятельная работа                                       |                        | 0,4        | 0,3       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

### 4.1. Разделы практики

| Модуль | Раздел практики  | в форме практической подготовки | Самостоятельная работа, часов |
|--------|--|---------------------------------|-------------------------------|
| 1      | Введение – цели и задачи производственной практики                           | 2                               | 2                             |
| 2      | Раздел 1. Посещение предприятий по производству биотехнологической продукции | 36                              | 36                            |
| 3      | Раздел. Выполнение на предприятии индивидуального задания                    | 52                              | 52                            |
| 4      | Раздел 3. Подготовка и сдача отчета по практике.                             | 18                              | 18                            |
|        | <b>Всего часов</b>   | <b>108</b>                      | <b>108</b>                    |

### 4.2. Содержание разделов практики

**Раздел 1. Посещение предприятий по производству биотехнологической продукции.** Сбор и анализ информации, самостоятельная работа, разработка предложений по оптимизации «узких мест» технологических процессов. Технологические схемы, рабочие чертежи, ТЭО в соответствии с основными сведениями о правилах организации производства (GMP и отечественный стандарт РД 64-125-91). Основные базы данных и программные оболочки для организации производственного процесса, контроль и автоматизация ферментационных процессов. Контроль производства согласно требованиям, предъявляемым к качеству готовой продукции (соответствие производства требованиям НТД: ГОСТ, ОСТ, GMP)

**Раздел 2. Выполнение на предприятии индивидуального задания.** Биофармацевтические предприятия (производство рекомбинантных продуктов, вакцин, антибиотиков, пробиотических лекарственных средств и т.п.). Предприятия, осуществляющие производство изделий медицинского назначения (диагностикумов). Предприятия пищевой промышленности (производство кисломолочной продукции, хлебопекарских дрожжей, пива, вина, спирта и т.п.). Предприятия, производящие продукты микробного синтеза (органические кислоты, витамины и т.п.). Предприятия, осуществляющие глубокую переработку растительного или животного сырья (производство растительных белковых изолятов и концентратов, БАВ, ферментов животного происхождения, биотоплива и т.п.). Предприятия, производящие кормовые добавки и корма на основе микробного белка. Станции водоочистки (стадии аэробной и анаэробной очистки сточных вод).

**Раздел 3. Подготовка и сдача отчета по практике.** Сведения по истории предприятия. Характеристика и назначение получаемой продукции. Характеристика сырья и материалов. Аппаратурная и технологическая схема. Описание технологического процесса. Нормы технологического режима. Методы контроля производства. Контроль качества конечного продукта. Техничко-экономические показатели производства. Перспективы развития производства.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| № | В результате прохождения практики студент должен: | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 |
|---|---|----------|----------|----------|
|---|---|----------|----------|----------|

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
|  | <b><i>Знать:</i></b>   |   |   |   |
| 1  | методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;  | + | + | + |
| 2  | методы получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов;   | + | + | + |
| 3  | методы создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов;   | + | + | + |
| 4  | этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;  | + | + | + |
|  | <b><i>Уметь:</i></b>   |   |   |   |
| 5  | разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками;                     | + | + | + |
| 6  | проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;  | + | + | + |
|  | <b><i>Владеть:</i></b>   |   |   |   |
| 7  | теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии,  | + | + | + |
| 8  | знаниями конструктивных особенностей и методов расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.  | + | + | + |
| В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <b><i>профессиональные компетенции:</i></b> обладать |  |   |   |   |
| 9  | способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1); | + | + | + |
| 10   | способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2);  | + | + | + |
| 11   | готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);   | + | + | + |
| 12   | способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);   | + | + | + |
| 13   | способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и   | + | + | + |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
|    | зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);  |   |   |   |
| 14 | владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); | + | + | + |
| 15 | владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | + | + | + |
| 16 | готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11);   | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология проведение практических занятий по практике «Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология проведение лабораторных занятий по практике «Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой практики предусмотрена самостоятельная работа обучающегося на предприятии под руководством руководителя практики. Основу содержания самостоятельной работы обучающегося при прохождении производственной практики составляет освоение методов, приемов, технологий организации и приобретение практических навыков управления отдельными этапами проведения технологических процессов, методами контроля производства и качества конечного продукта анализа технико-экономических показателей производства. Программа производственной практики включает также выполнение индивидуального задания, которое разрабатывается руководителем практики или руководителем научно-исследовательской работы обучающегося с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры. Прохождение практики студентами возможно только после заключения между вузом и принимающей организацией соответствующего договора в установленном порядке.

Для прохождения производственной практики студент может выбрать следующие формы в зависимости от договоренности с конкретной организацией:

- лекции и ознакомительная экскурсия в организации;
- стажировка в организации с частичным или полным включением в производственный процесс.

Студент может посетить одно или несколько предприятий, предложенных выпускающей кафедрой. В случае выбора в качестве формы прохождения производственной практики экскурсии посещение нескольких организаций является обязательным, влияющим, в том числе, на итоговую оценку.

Также студент может самостоятельно, в индивидуальном порядке, выбрать организацию для стажировки. В этом случае студент должен заблаговременно

проинформировать руководителя практики. Решение о возможности прохождения студентом производственной практики на выбранном им предприятии принимается на заседании кафедры.

К прохождению практики на территории предприятия допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности, внутреннему распорядку предприятия и прослушавшие лекции о структуре завода и организации производственного процесса. Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении производственной практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики «Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» – 40 баллов), отчета о выполнении индивидуального задания (максимальная оценка за отчет о выполнении индивидуального задания – 20 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### **8.1. Требования к отчету о прохождении практики**

Отчет о прохождении практики «Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» выполняется студентом во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология».

Отчет должен содержать следующие основные разделы:

- титульный лист с наименованием вида практики и названия предприятия – места прохождения практики;
- содержание отчета;
- цель и задачи практики;
- краткая историческая справка о предприятии – места прохождения практики;
- ассортимент и объемы продукции, производимой предприятием, с указанием нормативных документов и сертификатов на выпускаемую продукцию;
- структура предприятия, основные производственные цеха и отделы;
- технологическая схема процесса производства основного продукта с указанием основного оборудования, применяемого для осуществления того или иного технологического процесса, при возможности – с указанием параметров работы основного технологического оборудования;
- список источников информации для подготовки отчета.

Отчет о прохождении практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Желательно иллюстрировать текстовый материал рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Объем отчета не должен превышать 50 стр.

### **8.2. Примерная тематика индивидуальных заданий**

Индивидуальное задание выполняется обучающимся самостоятельно на основе сбора дополнительной информации во время прохождения практики, а также информации, полученной из других источников, например сети Интернет.

Индивидуальное задание направлено на углубленное изучение обучающимся тех или иных вопросов, связанных с технологическими процессами получения кормовой микробной биомассы и биологически активных веществ, оборудованием для их

осуществления, технологическими параметрами процесса производства, контролем качества производимой продукции.

Отчет о выполнении индивидуального задания должен выполняться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчету о прохождении практики. Отчет о выполнении индивидуального задания должен включать текст, необходимые рисунки, формулы, схемы и фотографии.

Примерная тематика индивидуальных заданий представлена ниже.

1. Пробиотики. Технология получения, практическое значение.
2. Технология получения живых вакцин.
3. Технология получения убитых вакцин.
4. Пребиотики. Определение, технология получения, практическое значение.
5. Микробиологические удобрения и средства защиты растений - основные характеристики и принципы действия.
6. Аэробные процессы очистки сточных вод.
7. Характеристика и применение биогаза, образующегося в метантенках.
8. Принципы получения полусинтетических антибиотиков.
9. Принципы построения технологической схемы получения бактериальных удобрений поверхностным способом.
10. Основы технологии получения экзоферментов микробиологическим синтезом.
11. Основы технологии получения антибиотиков кормового назначения.
12. Основы технологии получения бактериальных энтомопатогенных препаратов.
13. Основы технологии глубинного культивирования энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana*.
14. Основы технологии получения основных аминокислот микробиологическим синтезом.
15. Основы технологии получения нейтральных аминокислот микробиологическим синтезом.
16. Основные принципы построения технологической схемы микробиологического производства ароматических аминокислот.
17. Основы технологии получения кислых аминокислот микробиологическим синтезом.
18. Основы технологии получения кормовых антибиотиков.
19. Основы технологии получения антибиотических препаратов для защиты растений от корневой гнили.
20. Основные принципы построения технологической схемы получения антибиотиков медицинского назначения.
21. Основные принципы построения технологической схемы получения антибиотиков для сельского хозяйства как средства защиты растений.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)**

1. Характеристика важнейших объектов деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической и других профилей биотехнологии и их основные особенности.

2. Основы построения (био)технологических процессов, технологий биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.

3. Основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархической структуры, методов оценки эффективности производства.

4. Принципиальные схемы биотехнологического производства.

5. Характеристика важнейших промышленных сооружений, типового оборудования, используемого для проведения биотехнологических процессов и получения биотехнологических продуктов и их специфики.

6. Условия проведения ферментационных процессов: микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции.

7. Методы разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по практике «Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» включает два контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой:

|   |   |
|---|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Заведующий кафедрой<br/>биотехнологии<br/>_____ В.И.Панфилов<br/>«__» _____ 20__ г.</p>  | Министерство науки и высшего образования РФ   |
|   | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>                          |
|   | Кафедра биотехнологии   |
|   | 19.03.01 Биотехнология<br>Профиль «Биотехнология»   |
|   | <u>Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков</u> |
| <p><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Характеристика важнейших объектов деятельности и производства в области пищевой биотехнологии и их основные особенности.</p> <p>2. Условия проведения ферментационных процессов: микробиологического синтеза.</p> |   |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 26.2.2. а) Основная литература

27. 1.Бабусенко Е.С., Градова Н.Б., Красноштанова А.А., Панфилов В.И., Шакир И.В., Баурин Д.В., Баурина М.М., Калёнов С.В. Реформирование биотехнологического образования на основе Болонского процесса : Методическое пособие. - Т. 3 / под ред. Кузнецов А.Е. - М.: Лаборатория знаний , 2017. - 865 с.
28. 2.Методические указания по подготовке, оформлению и защите выпускной квалификационной работы по направлению 19.03.01 «Биотехнология»: Учебно-метод. пособие / Сост.: Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Красноштанова А.А., Кузнецов А.Е., Шакир И.В., Панфилов В.И. - М.: Издательство РХТУ, 2016. - 40 с.
29. 3.М. Г. Гордиенко, Д. В. Баурин, Б. А. Кареткин и др. Измерения. Статистическая обработка результатов пассивного и активного экспериментов в биотехнологии. /— Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева Издательский центр Москва, 2014. — С. 107.

### 29.2.2. б) Дополнительная литература

30. 1. Градова Н.Б. - внешт., Далин М.В. - внешт., Ямина Н.Б. - внешт., Ермолаев А.В. - внешт. Санитарно-гигиеническая безопасность биотехнологических производств: 2. Учебное пособие - Москва: Издательство РХТУ, 2010. - 45 с.
31. Бертини, И. Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность. В 2 т. / И. Бертини. - М.: Бином, 2014. - 1079 с.
32. 3. Василенко, Ю.К. Биологическая химия: Учебное пособие / Ю.К. Василенко. - М.: МЕДпресс-информ, 2011. - 432 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg (<http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 9.3. Средства обеспечения практики

- темы индивидуальных заданий (50 заданий)

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные

периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

В соответствии с учебным планом «Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» проводится в форме самостоятельной работы студента с использованием материально-технической базы Предприятия и Университета.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для магистров, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий каждый обучающийся обеспечен во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

Минимально необходимый перечень материально-технического обеспечения включает в себя приборы и оборудование для проведения лабораторного практикума, научно-исследовательской работы и выполнения экспериментальной части магистерской диссертации, а также технические средства обучения в специально оборудованных аудиториях и кабинетах, в том числе: весы технические и аналитические, роторные испарители, магнитные мешалки различных типов, рН-метры, сушильные шкафы, ультразвуковые бани, вакуумные насосы, дистилляторы; оборудование для проведения биорганического синтеза, проведения хроматографии, электрофореза, микробиологическое оборудование для работы с микроорганизмами (термостатируемые шейкеры, автоклавы, ламинарные шкафы, центрифуги, термостатируемые шкафы, микроскоп), спектрофотометры, компьютеры, сканеры, масс-спектрометры, поляриметры, спектрофлуориметры, секвенаторы.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов биотехнологической продукции; каталоги продукции биотехнологических предприятий; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; электронные каталоги продукции; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по производству биотехнологической продукции.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    | Microsoft Teams  |  |  |  |
| 4  | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.             | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5  | ABBYY FineReader 10 Professional Edition   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  |  | бессрочная   |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|--|---|
| <p>Раздел 1.<br/>Посещение предприятий по производству биотехнологической продукции</p> | <p><i>Знает:</i> методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов; создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов; этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;<br/><i>Умеет:</i> разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками; проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;<br/><i>Владеет:</i> теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии, знаниями конструктивных особенностей и методами расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.</p> | <p>Оценка за отчет о прохождении практики<br/>«Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков»</p>  |
| <p>Раздел 2.<br/>Выполнение на предприятии индивидуального задания</p>                  | <p><i>Знает:</i> методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов; создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов; этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;<br/><i>Умеет:</i> разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками; проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;<br/><i>Владеет:</i> теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии, знаниями конструктивных особенностей и методами расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.</p> | <p>Оценка за отчет о прохождении практики<br/>«Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков»<br/>Оценка за отчет о выполнении индивидуального задания</p> |

| Наименование разделов                               | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|--|---|
| Раздел 3.<br>Подготовка и сдача отчета по практике. | <p><i>Знает:</i> методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов; создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов; этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;</p> <p><i>Умеет:</i> разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками; проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;</p> <p><i>Владеет:</i> теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии, знаниями конструктивных особенностей и методами расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.</p> | <p>Результаты итогового опроса;</p> <p>Оценка за зачет с оценкой по практике «Производственная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков»</p> |

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Положение о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым

решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе практики  
**«Производственная практика: практика по получению первичных  
профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена  
д.х.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Красноштановой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ  
им. Д.И. Менделеева «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол №\_\_

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология», рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа «Преддипломная практика» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана, блоку «Практики» и рассчитана на проведение практики в 8-м семестре (4-й курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся освоили все дисциплины, и иные другие практики, предусмотренные учебным планом, и имеют теоретическую и практическую подготовку в области промышленной биотехнологии, биохимии и микробиологии.

**Целью практики** является выполнение выпускной квалификационной работы.

### **Задачи практики:**

- окончательное формирование у обучающихся профессиональных компетенций, связанных с научно-исследовательской и производственной деятельностью в области биотехнологии;

– обучение навыкам работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией в соответствующей области знаний;

– обучение навыкам проведения научных исследований и выполнения технических разработок;

– обучение навыкам сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме (заданию);

– обучение навыкам проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов (партий) проектируемых изделий;

– обучение навыкам составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу;

– обучение навыкам выступления на научно-практических конференциях.

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики при подготовке бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология, профиля «Биотехнология», направлено на формирование следующих профессиональных компетенций:

обладать: способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1); способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2); готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3); способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4); способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); владением основными методами и

приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10); готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11).

В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*знать:* биохимию и физиологию микроорганизмов и других биологических объектов; прикладную молекулярную биологию, генетическую и клеточную инженерию; основы конструирования новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ; - научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении популяций микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционными и генетическими методами; строение и функции основных классов биологически активных соединений; технологии важнейших белков; основы синтеза основных классов биологически активных веществ и их физико-химические характеристики; закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток; теоретические основы решения экологических проблем с позиций современной биотехнологии; принципы конструирования биологически активных веществ с заданными свойствами; теоретические основы создания производственных процессов получения биологически активных веществ;

*уметь:* определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробных, животных и растительных клеток; проводить синтез, физико-химическое исследование и анализ биологически активных веществ; осуществлять химико-технический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологического процесса; планировать и проводить научные исследования;

*владеть:* методами селекции, модификации и конструирования живых систем и их компонентов как объектов деятельности биотехнологии; методами биосинтеза, выделения и идентификации, и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации; приемами и методами безопасной работы с соединениями, обладающими физиологической активностью и культурами биологических агентов.

#### 4. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 8-м семестре. Итоговый контроль прохождения практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

| Виды учебной работы   | Объем практики         |            |            |
|---|------------------------|------------|------------|
|   | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость практики</b>  | <b>9,0</b>             | <b>324</b> | <b>243</b> |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>   | <b>9,0</b>             | <b>324</b> | <b>243</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>                                    | <b>9,0</b>             | <b>324</b> | <b>243</b> |
| Индивидуальное задание  | 1,0                    | 36         | 27         |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе преддипломной практики | 8,0                    | 287,6      | 215,7      |
| Контактная самостоятельная работа   |                        | 0,4        | 0,3        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

#### 4.1. Разделы практики

| Раздел практики   | В форме<br>практ. подг. | Самостоятельная<br>работа, акад.<br>часов |
|---|-------------------------|---|
| Раздел 1. Подготовительный этап.                                | 54                      | 54  |
| Раздел 2. Производственный (или научно-исследовательский) этап. | 216                     | 216                                       |
| Раздел 3. Обработка и анализ полученной информации.             | 54                      | 54  |
| Всего часов   | 324                     | 324                                       |

#### 4.2. Содержание разделов практики

**Раздел 1. Подготовительный этап.** Выбор темы научно-исследовательской работы. Анализ имеющихся данных по результатам теоретического и экспериментального исследования в рамках поставленных для отдельных этапов обучения задач по теме выпускной квалификационной работы.

**Раздел 2. Производственный (или научно-исследовательский) этап.** Выполнение экспериментальной части выпускной квалификационной работы. Участие в научно-исследовательской работе кафедры (работа научно-методических семинаров кафедры, научно-практические конференции университета, межрегиональные и международные конференции). Выполнение производственных заданий. Сбор и систематизация фактического и литературного материала.

**Раздел 3. Обработка и анализ полученной информации.** Обработка и систематизация результатов исследований. Посещение консультаций научного руководителя по теме научного исследования. Подготовка и представление отчета о практике.

### 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

|   | В результате прохождения практики студент должен:   | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 |
|---|---|-------------|-------------|-------------|
|   | <b>Знать:</b>   |             |             |             |
| 1 | биохимию и физиологию микроорганизмов и других биологических объектов;  | +           | +           | +           |
| 2 | прикладную молекулярную биологию, генетическую и клеточную инженерию; научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении популяций микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционными и генетическими методами; | +           | +           | +           |
| 3 | строение и функции основных классов биологически активных соединений; технологии важнейших белков;  | +           | +           | +           |
| 4 | основы синтеза основных классов биологически активных веществ и их физико-химические характеристики;  | +           | +           | +           |
| 5 | закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток;   | +           | +           | +           |
| 6 | теоретические основы решения экологических проблем с позиций современной биотехнологии;   | +           | +           | +           |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| 7  | принципы конструирования биологически активных веществ с заданными свойствами;  | + | + | + |
| 8  | основы конструирования новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ;   | + | + | + |
| 9  | теоретические основы создания производственных процессов получения биологически активных веществ;   | + | + | + |
|  | <b>Уметь:</b>   |   |   |   |
| 10   | определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробных, животных и растительных клеток;   | + | + | + |
| 11   | проводить синтез, физико-химическое исследование и анализ биологически активных веществ;  | + | + | + |
| 12   | осуществлять химико-технический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологического процесса;  | + | + | + |
| 13   | планировать и проводить научные исследования;   | + | + | + |
|  | <b>Владеть:</b>   |   |   |   |
| 14   | методами селекции, модификации и конструирования живых систем и их компонентов как объектов деятельности биотехнологии;   | + | + | + |
| 15   | методами биосинтеза, выделения и идентификации, и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации;  | + | + | + |
| 16   | приемами и методами безопасной работы с соединениями, обладающими физиологической активностью и культурами биологических агентов.   | + | + | + |
| В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции:</b> |   |   |   |   |
| 17   | обладать способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1); | + | + | + |
| 18   | обладать способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2);  | + | + | + |
| 19   | обладать готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);   | + | + | + |
| 20   | обладать способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);   | + | + | + |
| 21   | обладать способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);   | + | + | + |
| 22   | обладать владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить   | + | + | + |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
|    | стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);   |   |   |   |
| 23 | обладать владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);   | + | + | + |
| 24 | обладать готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11); | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология проведение практических занятий по практике «Преддипломная практика» не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология проведение лабораторных занятий по практике «Преддипломная практика» не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом и темой государственной итоговой аттестации обучающегося.

Основу содержания самостоятельной работы обучающегося при прохождении преддипломной практики в случае выполнения выпускной квалификационной работы в виде НИР составляет освоение методов, приемов, технологий организации и приобретение практических навыков управления отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок; подготовка исходных данных для выполнения выпускной квалификационной работы с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Программа преддипломной практики включает также выполнение индивидуального задания, которое разрабатывается руководителем практики или руководителем научно-исследовательской работы обучающегося с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры.

При прохождении преддипломной практики обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

- посещение научных семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- применение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;
- использование опытно-экспериментальной базы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

Практическое освоение приемов организации научно-исследовательской деятельности в вузе предусматривает личное участие обучающегося в проведении научных исследований и разработок кафедры, включая:

- включенное участие в выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);

– участие в подготовке и анализе отчетных материалов по научно-исследовательским, опытно-конструкторским и технологическим работам кафедры (проблемной лаборатории, научной группы).

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики «Преддипломная практика» (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 60 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### **8.1. Требования к отчету о прохождении практики**

Отчет о прохождении практики «Преддипломная практика» выполняется студентом во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология».

Отчет о прохождении практики должен содержать следующие основные разделы:

- титульный лист с наименованием вида практики и названия научно-исследовательской организации или производственного предприятия – места прохождения практики;
- содержание (наименование всех текстовых разделов отчета);
- результаты выполнения обучающимся программы выпускной квалификационной работы в процессе прохождения практики:
- цели и задачи научной работы;
- анализ информации, полученной из различных информационных источников, по теме итоговой квалификационной работы;
- сведения о материалах, использованных при выполнении экспериментальной работы во время прохождения практики;
- описание методов исследования и научно-исследовательского оборудования, использованных при выполнении экспериментальной работы во время прохождения практики;
- полученные экспериментальные результаты и их обсуждение;
- основные выводы по результатам экспериментальной работы, выполненной во время прохождения практики;
- Список использованных литературных источников.

Отчет о прохождении практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Таблицы и рисунки выполняются в соответствии с ГОСТ 7.32-2001. Текстовый материал необходимо иллюстрировать рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Страницы отчета нумеруют арабскими цифрами со сквозной нумерацией по всему тексту; титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета, но номер страницы на титульном листе не проставляют;

Ссылки на использованные источники располагают в тексте в порядке их появления и нумеруют арабскими цифрами без точки в квадратных скобках, например, [1]; [3-5]. Библиографические ссылки оформляют в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

### **8.2. Примерная тематика отчетов по практике**

Тематика отчетов по практике должна соответствовать тематике выпускной квалификационной работы (ВКР).

Примерная тематика отчетов по практике представлена ниже.

30. Новые подходы к повышению эффективности препаратов углеводородокисляющих бактерий.

31. Воздействие оксидативного стресса на рост продуцента *Lactobacillus paracasei* B4079 в условиях периодического культивирования.
32. Разработка методики определения содержания С50-каротиноидов галофильных микроорганизмов.
33. Культивирование мутантных штаммов *Yarrowia lipolytica* – продуцента лимонной кислоты на жиросодержащих питательных средах.
34. Аэробные углеводородокисляющие бактерии месторождений тяжелой нефти Татарстана.
35. Изучение процесса пеноконцентрирования белков молочной сыворотки.
36. Биоремедиация верхних водоносных горизонтов в районе ПАО НЗХК.
37. Разработка системы пероральной доставки инсулина и интерферона на основе хитозан-альгинатных наночастиц.
38. Влияние биополимеров и физиологически активных веществ на свойства протеиназ.
39. Оптимизация условий предварительной обработки зернового сырья для культивирования бифидобактерий.
40. Исследование взаимодействия грибов *Fusarium oxysporum* и *Trichoderma viride* при поверхностном культивировании.
41. Разработка технологии создания направленного ветеринарного средства на основе биологически активных белково-пептидных комплексов, обратимо иммобилизованных в полимерном носителе.
42. Исследование ростовых характеристик *Methylobacterium methanica* при культивировании в метано-воздушной атмосфере.
43. Усиление сигнала в иммунохроматографии на примере стрептомицина.
44. Выбор ферментных препаратов и оптимизация предварительной ферментативной обработки питательной среды на основе пшеничной муки для культивирования лактобактерий.
45. Влияние алкилоксибензолов на образование клеток-персистеров II типа *Enterococcus faecium*.
46. Формирование наночастиц железа микробиотой Онежского озера.
47. Исследование влияния отдельных параметров на рост пробиотических и непобиотических микроорганизмов в среде с пребиотиком.
48. Получение вкусоароматической добавки кислотным гидролизом гороховых и соевых белковых продуктов.
49. Разработка синтетической среды для глубинного культивирования галобактерий.
50. Получение мультиспецифичного конъюгата для определения общей вирусной зараженности фитопатогенов картофеля.
51. Интегральная характеристика биомассы *Halobacterium salinarum*, полученной при распылительной сушке.
52. Изучение микрофлоры личинок мух - перспективного сырья для создания широкого спектра белковых продуктов.
53. Использование жмыха семян амаранта в качестве сырья для получения кормовой биомассы дрожжей.
54. Микроорганизмы для проницаемого барьера в подземных водах, загрязненных нитрат ионами и радионуклидами.
55. Использование отходов переработки кофейных зерен для культивирования каротинсинтезирующих дрожжей рода *Rhodotorula*.
56. Наноконтейнеры для доставки незаменимых нутрицевтиков на основе комплекса казеината натрия с хитозаном: структура и свойства.
57. Защитный эффект *E.coli* в отношении Г+ бактерий в бинарных биопленках при воздействии антибиотиков.

58. Оптимизация состава питательной среды и определение экономически выгодного источника азота и углерода для крупнотоннажного синтеза L-молочной кислоты.

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)

1. Характеристика выбранного предприятия (НИИ) для прохождения практики.
2. Основы построения (био)технологических процессов, технологий биосинтеза, биотрансформации и т.д., реализуемых на данном предприятии (НИИ).
3. Характеристика освоенных методов исследования.
4. Обобщение и выводы по результатам проводимых исследований в рамках индивидуального задания.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по практике «Преддипломная практика» включает два контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

пример билета к зачету с оценкой:

|   |  |
|---|--|
| <p>«Утверждаю»<br/>Заведующий кафедрой<br/>биотехнологии<br/>_____ В.И. Панфилов<br/>«__» _____ 20__ г.</p> | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                         |
|   | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b> |
|   | <b>Кафедра биотехнологии</b>   |
|   | <b>19.03.01 Биотехнология</b>  |
|   | <b>Профиль «Биотехнология»</b>   |
| <b>«Преддипломная практика»</b>   |  |
| <b>Билет № 1</b>  |  |
| 1. Характеристика освоенных методов исследования.   |  |
| 2. Обобщение и выводы по результатам проводимых исследований в рамках индивидуального задания.              |  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 32.2.2. а) Основная литература

1. Бабусенко Е.С., Градова Н.Б., Красноштанова А.А., Панфилов В.И., Шакир И.В., Баурин Д.В., Баурина М.М., Калёнов С.В. Реформирование биотехнологического образования на основе Болонского процесса: Методическое пособие. - Т. 3 / под ред. Кузнецов А.Е. - М.: Лаборатория знаний, 2017. - 865 с.

2. Методические указания по подготовке, оформлению и защите выпускной квалификационной работы по направлению 19.03.01 «Биотехнология»: Учебно-метод. пособие / Сост.: Градова Н.Б., Бабусенко Е. С., Красноштанова А.А., Кузнецов А.Е., Шакир И.В., Панфилов В.И. - М.: Издательство РХТУ, 2016. - 40 с.

3. М. Г. Гордиенко, Д. В. Баурин, Б. А. Кареткин и др. Измерения. Статистическая обработка результатов пассивного и активного экспериментов в биотехнологии. /— Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева Издательский центр Москва, 2014. — С. 107.

### 32.2.3. б) Дополнительная литература

33. 1. Градова Н.Б., Далин М.В., Ямина Н.Б., Ермолаев А.В. Санитарно-гигиеническая безопасность биотехнологических производств: Учебное пособие - Москва: Издательство РХТУ, 2010. - 45 с.
34. 2. Бертини, И. Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность. В 2 т. / И. Бертини. - М.: Бином, 2014. - 1079 с.
35. 3. Василенко, Ю.К. Биологическая химия: Учебное пособие / Ю.К. Василенко. - М.: МЕДпресс-информ, 2011. - 432 с.
36. 4. Научная литература по тематике выпускной квалификационной работы.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protdist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

В соответствии с учебным планом практика «Преддипломная практика» проводится в форме самостоятельной работы обучающегося, как правило, на кафедре, осуществляющей подготовку обучающегося к защите выпускной квалификационной работы, и включает теоретическое и практическое освоение программы практики с использованием материально-технической базы кафедры.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для магистров, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий каждый обучающийся обеспечен во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

Минимально необходимый перечень материально-технического обеспечения включает в себя приборы и оборудование для проведения лабораторного практикума, научно-исследовательской работы и выполнения экспериментальной части магистерской диссертации, а также технические средства обучения в специально оборудованных аудиториях и кабинетах, в том числе: весы технические и аналитические, роторные испарители, магнитные мешалки различных типов, рН-метры, сушильные шкафы, ультразвуковые бани, вакуумные насосы, дистилляторы; оборудование для проведения биоорганического синтеза, проведения хроматографии, электрофореза, микробиологическое оборудование для работы с микроорганизмами (термостатируемые шейкеры, автоклавы, ламинарные шкафы, центрифуги, термостатируемые шкафы, микроскоп), спектрофотометры, компьютеры, сканеры, масс-спектрометры, поляриметры, спектрофлуориметры, секвенаторы.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов биотехнологической продукции; каталоги продукции биотехнологических предприятий; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; электронные каталоги продукции; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по производству биотехнологической продукции.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки           | Количество лицензий  | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|---------------------------------------|--|--|
| 1     | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>InfoPath</b></p> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочная   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3     | O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    | Microsoft Teams  |  |  |  |
| 4  | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.             | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5  | ABBYY FineReader 10 Professional Edition   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7  | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  |  | бессрочная   |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

| Наименование разделов                       | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|---|---|
| <p>Раздел 1.<br/>Подготовительный этап.</p> | <p><i>Знает:</i> биохимию и физиологию микроорганизмов и других биологических объектов; прикладную молекулярную биологию, генетическую и клеточную инженерию; основы конструирования новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ; научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении популяций микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционными и генетическими методами; строение и функции основных классов биологически активных соединений; технологии важнейших белков; основы синтеза основных классов биологически активных веществ и их физико-химические характеристики; закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток; теоретические основы решения экологических проблем с позиций современной биотехнологии; принципы конструирования биологически активных веществ с заданными свойствами; теоретические основы создания производственных процессов получения биологически активных веществ;</p> <p><i>Умеет:</i> определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробных, животных и растительных клеток; проводить синтез, физико-химическое исследование и анализ биологически активных веществ; осуществлять химико-технический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологического процесса; планировать и проводить научные исследования;</p> <p><i>Владеет:</i> методами селекции, модификации и конструирования живых систем и их компонентов как объектов деятельности биотехнологии; методами биосинтеза, выделения и идентификации, и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации; приемами и методами безопасной работы с соединениями, обладающими физиологической активностью и культурами биологических агентов.</p> | <p>Оценка за выполнение индивидуального задания, оценка за защиту отчета,</p> |

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|---|---|
| <p>Раздел 2.<br/>Производственный (или научно-исследовательский) этап</p> | <p><i>Знает:</i> биохимию и физиологию микроорганизмов и других биологических объектов; прикладную молекулярную биологию, генетическую и клеточную инженерию; основы конструирования новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ; научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении популяций микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционными и генетическими методами; строение и функции основных классов биологически активных соединений; технологии важнейших белков; основы синтеза основных классов биологически активных веществ и их физико-химические характеристики; закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток; теоретические основы решения экологических проблем с позиций современной биотехнологии; принципы конструирования биологически активных веществ с заданными свойствами; теоретические основы создания производственных процессов получения биологически активных веществ;</p> <p><i>Умеет:</i> определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробных, животных и растительных клеток; проводить синтез, физико-химическое исследование и анализ биологически активных веществ; осуществлять химико-технический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологического процесса; планировать и проводить научные исследования;</p> <p><i>Владеет:</i> методами селекции, модификации и конструирования живых систем и их компонентов как объектов деятельности биотехнологии; методами биосинтеза, выделения и идентификации, и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации; приемами и методами безопасной работы с соединениями, обладающими физиологической активностью и культурами биологических агентов.</p> | <p>Оценка за выполнение индивидуального задания, оценка за защиту отчета,</p> |
| <p>Раздел 3.<br/>Обработка и анализ</p>                                   | <p><i>Знает:</i> биохимию и физиологию микроорганизмов и других биологических объектов; прикладную молекулярную</p>   | <p>Оценка за оценку за защиту отчета,</p>                                     |

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки |
|------------------------|--|----------------------------------|
| полученной информации. | <p>биологию, генетическую и клеточную инженерию; основы конструирования новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ; научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении популяций микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционными и генетическими методами; строение и функции основных классов биологически активных соединений; технологии важнейших белков; основы синтеза основных классов биологически активных веществ и их физико-химические характеристики; закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток; теоретические основы решения экологических проблем с позиций современной биотехнологии; принципы конструирования биологически активных веществ с заданными свойствами; теоретические основы создания производственных процессов получения биологически активных веществ;</p> <p><i>Умеет:</i> определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробных, животных и растительных клеток; проводить синтез, физико-химическое исследование и анализ биологически активных веществ; осуществлять химико-технический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологического процесса; планировать и проводить научные исследования;</p> <p><i>Владеет:</i> методами селекции, модификации и конструирования живых систем и их компонентов как объектов деятельности биотехнологии; методами биосинтеза, выделения и идентификации, и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации; приемами и методами безопасной работы с соединениями, обладающими физиологической активностью и культурами биологических агентов.</p> | оценка за зачет с оценкой        |

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Положение о порядке организации практики (включающей, при необходимости, порядок проведения практики с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, порядок проведения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья) в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе практики  
**«Преддипломная практика»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ:  
«ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ,  
ВКЛЮЧАЯ ПОДГОТОВКУ К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ПРОЦЕДУРУ  
ЗАЩИТЫ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль - «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А.  
Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена  
д.х.н., профессором кафедры биотехнологии А.А. Красноштановой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол №\_\_

## **6. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

В соответствии с Законом РФ «Об образовании» государственная итоговая аттестация выпускников, завершающих обучение по программам высшего образования, в том числе по программам бакалавриата, является заключительным и обязательным этапом оценки содержания и качества освоения студентами основной образовательной программы по направлению 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология».

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология».

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология (ФГОС ВО), профиль «Биотехнология», рекомендациями Методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты относится к обязательной части образовательной программы и завершается присвоением квалификации «Бакалавр». Успешное прохождение государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации образца, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты обучающихся по программе бакалавриата проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

Защита ВКР предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биотехнологии, биохимии, общей микробиологии.

**Цель государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология».**

**Задачи государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и**

**процедуру защиты** – установление соответствия содержания, уровня и качества подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО; мотивация выпускников на дальнейшее повышение уровня компетентности в избранной сфере профессиональной деятельности на основе углубления и расширения полученных знаний и навыков путем продолжения познавательной деятельности в сфере практического применения знаний и компетенций.

#### 7. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

К государственной итоговой аттестации: защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по образовательной программе 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология».

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими **общекультурными компетенциями**:

обладать способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

обладать способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);

обладать способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности (ОК-3);

обладать способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);

обладать способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

обладать способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);

обладать способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

обладать способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);

обладать готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-9).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями**:

способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);

способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности,

применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);

способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4);

владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-5);

владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать **профессиональными компетенциями**, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1);

способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2); готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);

способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);

способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);

обладать владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);

владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);

готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11).

Завершающим этапом обучения по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, профилю «Биотехнология» является защита выпускной квалификационной работы.

В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность указанных выше компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности. Студент должен:

*знать:* современные научные достижения и перспективные направления работ в области биотехнологии, статистические методы обработки экспериментальных результатов, современные методы биотехнологических исследований; порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области; основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;

*уметь:* применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области биотехнологии, формулировать цели и задачи научного исследования, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования, представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций;

*владеть:* навыками планирования и проведения научных исследований в области биотехнологии, навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами. методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы; навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем; способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.

#### 8. ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты в форме защиты ВКР проходит в 8 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8 семестре (4 курс) обучения в объеме 216 академических часов (6 ЗЕ).

| Виды учебной работы                             | В зачетных единицах | В академ. часах |
|---|---------------------|-----------------|
| <b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b> | <b>6,0</b>          | <b>216</b>      |

|   |                   |            |
|---|-------------------|------------|
| <b>Контактная работа (КР):</b>          | -                 | -          |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>     | <b>6,0</b>        | <b>216</b> |
| Контактная работа – итоговая аттестация | 6,0               | 0,67       |
| Выполнение, написание и оформление ВКР  |                   | 215,67     |
| <b>Вид контроля:</b>                    | <b>защита ВКР</b> |            |

| <b>Виды учебной работы</b>                      | <b>В зачетных единицах</b> | <b>В астроном. часах</b> |
|---|----------------------------|--------------------------|
| <b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b> | <b>6,0</b>                 | <b>162</b>               |
| <b>Контактная работа (КР):</b>                  | -                          | -                        |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>             | <b>6,0</b>                 | <b>162</b>               |
| Контактная работа – итоговая аттестация         | 6,0                        | 0,5                      |
| Выполнение, написание и оформление ВКР          |                            | 161,5                    |
| <b>Вид контроля:</b>                            | <b>защита ВКР</b>          |                          |

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты в форме защиты ВКР проходит в 8-м семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология» и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «Бакалавр».

Защита ВКР является обязательной процедурой итоговой государственной аттестации студентов высших учебных заведений, завершающих обучение по направлению подготовки бакалавриата. Она проводится публично на открытом заседании ГЭК в соответствии с локальными нормативными и распорядительными актами университета.

Материалы, представляемые к защите:

выпускная квалификационная работа (пояснительная записка);

задание на выполнение ВКР;

отзыв руководителя ВКР;

рецензия на ВКР;

презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем;

доклад.

В задачи ГЭК входят выявление подготовленности студента к профессиональной деятельности и принятие решения о возможности выдачи ему диплома.

Решение о присуждении выпускнику квалификации бакалавра принимается на заседании ГЭК простым большинством при открытом голосовании членов комиссии на основании результатов итоговых испытаний. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры защиты выпускной квалификационной работы. Апелляция о несогласии с результатами защиты выпускной квалификационной работы не принимается.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

|   |               |
|---|---------------|
| В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности | Защита<br>ВКР |
| <b>Знать:</b>   |               |
| современные научные достижения и перспективные направления работ в области биотехнологии, статистические методы обработки экспериментальных результатов, современные методы биотехнологических исследований;  | +             |
| порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;  | +             |
| основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;   | +             |
| <b>Уметь:</b>   |               |
| применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области биотехнологии,   | +             |
| формулировать цели и задачи научного исследования, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования,  | +             |
| представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций;   | +             |
| <b>Владеть:</b>   |               |
| навыками планирования и проведения научных исследований в области биотехнологии, навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, методологией и методикой проведения научных исследований;   | +             |

|   |   |
|---|---|
| навыками самостоятельной научной и исследовательской работы; навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования;  | + |
| овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем;   | + |
| способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.  | + |
| В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:      |   |
| обладать способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);   | + |
| обладать способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);  | + |
| обладать способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности (ОК-3);  | + |
| обладать способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);   | + |
| обладать способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);  | + |
| обладать способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);   | + |
| обладать способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);   | + |
| обладать способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);   | + |
| обладать готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-9).  | + |
| обладать способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1); | + |

|   |   |
|---|---|
| обладать способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);  | + |
| обладать способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);   | + |
| обладать способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4); | + |
| обладать владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-5);  | + |
| обладать владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6).  | + |
| обладать способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1);   | + |
| обладать способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами (ПК-2);  | + |
| готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-3);  | + |
| обладать способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);   | + |
| обладать способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);   | + |
| обладать владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);                                 | + |

|  |   |
|--|---|
| обладать владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);  | + |
| готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ (ПК-11). | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология» «Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты» проведение практических занятий не предполагает.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология» «Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты» проведение лабораторных занятий не предполагает.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология» «Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты» предполагает 216 акад. часов самостоятельной работы.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 8.1. Примерная тематика выпускных квалификационных работ

59. Новые подходы к повышению эффективности препаратов углекислородокисляющих бактерий.
60. Воздействие оксидативного стресса на рост продуцента *Lactobacillus paracasei* B4079 в условиях периодического культивирования.
61. Разработка методики определения содержания С50-каротиноидов галофильных микроорганизмов.
62. Культивирование мутантных штаммов *Yarrowia lipolytica* – продуцента лимонной кислоты на жиросодержащих питательных средах.
63. Аэробные углекислородокисляющие бактерии месторождений тяжелой нефти Татарстана.
64. Изучение процесса пеноконцентрирования белков молочной сыворотки.
65. Биоремедиация верхних водоносных горизонтов в районе ПАО НЗХК.
66. Разработка системы пероральной доставки инсулина и интерферона на основе хитозан-альгинатных наночастиц.
67. Влияние биополимеров и физиологически активных веществ на свойства протеиназ.
68. Оптимизация условий предварительной обработки зернового сырья для культивирования бифидобактерий.
69. Исследование взаимодействия грибов *Fusarium oxysporum* и *Trichoderma viride* при поверхностном культивировании.
70. Разработка технологии создания направленного ветеринарного средства на основе биологически активных белково-пептидных комплексов, обратимо иммобилизованных в полимерном носителе.

71. Исследование ростовых характеристик *Methylomonas methanica* при культивировании в метано-воздушной атмосфере.
72. Усиление сигнала в иммунохроматографии на примере стрептомицина.
73. Выбор ферментных препаратов и оптимизация предварительной ферментативной обработки питательной среды на основе пшеничной муки для культивирования лактобактерий.
74. Влияние алкилоксибензолов на образование клеток-персистеров II типа *Enterococcus faecium*.
75. Формирование наночастиц железа микробиотой Онежского озера.
76. Исследование влияния отдельных параметров на рост пробиотических и непробиотических микроорганизмов в среде с пребиотиком.
77. Получение вкусоароматической добавки кислотным гидролизом гороховых и соевых белковых продуктов.
78. Разработка синтетической среды для глубинного культивирования галобактерий.
79. Получение мультиспецифичного конъюгата для определения общей вирусной зараженности фитопатогенов картофеля.
80. Интегральная характеристика биомассы *Halobacterium salinarum*, полученной при распылительной сушке.
81. Изучение микрофлоры личинок мух - перспективного сырья для создания широкого спектра белковых продуктов.
82. Использование жмыха семян амаранта в качестве сырья для получения кормовой биомассы дрожжей.
83. Микроорганизмы для проницаемого барьера в подземных водах, загрязненных нитрат ионами и радионуклидами.
84. Использование отходов переработки кофейных зерен для культивирования каротинсинтезирующих дрожжей рода *Rhodotorula*.
85. Наноконтейнеры для доставки незаменимых нутрицевтиков на основе комплекса казеината натрия с хитозаном: структура и свойства.
86. Защитный эффект *E.coli* в отношении G+ бактерий в бинарных био пленках при воздействии антибиотиков.
87. Оптимизация состава питательной среды и определение экономически выгодного источника азота и углерода для крупнотоннажного синтеза L-молочной кислоты.

## **8.2 Текущий контроль выполнения выпускной квалификационной работы**

Текущий контроль выполнения ВКР осуществляется в три этапа и проводится в форме собеседования преподавателя и студента.

На 1-й контрольной точке преподаватель оценивает выполнение плана графика работы, понимание студентом цели и задач исследования, содержание аналитического обзора научно-технической литературы по теме ВКР.

На 2-й контрольной точке студент представляет аналитический обзор, результаты экспериментальной научной работы (или технологические расчеты), в случае отставания от графика выполнения работы преподаватель указывает на возможности их ликвидации.

На 3-й контрольной точке студент представляет практически законченную и оформленную работу и проект презентации. Назначается внешний рецензент, составляется график защит ВКР, и работа (или ее часть) передаются на проверку на объём заимствования.

## **8.3. Итоговый контроль освоения основной образовательной программы**

Итоговым контролем освоения образовательной программы является проверка сформированности компетенций выпускника, проводимая на защите ВКР. Особенности защиты ВКР обучающимся, не явившимся на заседание ГЭК, регламентируются Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### **Критерии для оценки выпускной квалификационной работы**

Оценка **«отлично»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- постановка проблемы во введении соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО, носит комплексный характер и включает в себя обоснование актуальности, научной и практической значимости темы, формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы;
- содержание и структура исследования соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала носит проблемно-аналитический характер, отличается логичностью и смысловой завершенностью;
- промежуточные и итоговые выводы работы соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены требования к стилю и оформлению научных работ;
- публичная защита ВКР показала уверенное владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения;
- все текстовые заимствования оформлены достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает все необходимые компоненты постановки проблемы, в том числе формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы. Обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не вполне соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;
- содержание и структура работы в целом соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала не всегда носит проблемно-аналитический характер;
- промежуточные и итоговые выводы работы в целом соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

- соблюдены основные требования к оформлению научных работ;
- публичная защита выпускной квалификационной работы показала достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения;
- текстовые заимствования, как правило, оформлены достоверными ссылками, объем текстовых заимствований в целом соответствует специфике исследовательских задач.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает основные компоненты постановки проблемы, однако в формулировках цели и задач исследования, его объекта и предмета допущены погрешности, обзор использованных источников и литературы носит формальный характер, обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;
- содержание и структура работы не полностью соответствуют поставленным задачам исследования;
- изложение материала носит описательный характер, список цитируемых источников не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи;
- выводы работы не полностью соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- нарушен ряд основных требований к оформлению научных работ;
- в ходе публичной защиты проявилось неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы;
- значительная часть текстовых заимствований не сопровождается достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований лишь отчасти соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение работы не имеет логичной структуры и не выполняет функцию постановки проблемы исследования;
- содержание и структура работы в основном не соответствует теме, цели и задачам исследования;
- работа носит реферативный характер, список цитируемых источников является недостаточным для решения поставленных задач;
- выводы работы не соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- не соблюдены требования к оформлению научных работ;
- в ходе публичной защиты выпускной квалификационной работы проявилось неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию;

большая часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, текстовые заимствования составляют большой объем работы и преимущественно являются результатом использования нескольких научных и учебных изданий.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

## ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 9.1. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Российские научно-технические журналы:

- «Биотехнология», ISSN 0234-2758
- «Прикладная биохимия и микробиология», ISSN 0555-1099
- «Микробиология» ISSN 0026-3656,
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Вода: химия и экология», ISSN 2072-8158
- «Микробиологическая промышленность», ISSN 0026-3656.
- «Актуальная биотехнология», ISSN печатной версии. 2304-4691.
- «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
- «Химико-фармацевтический журнал», ISSN 0023-1134.
- «Биофармацевтический журнал», ISSN 2073-8099
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)

#### Интернет-ресурсы

- 1.) Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- 2.) Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- 3.) Protodist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- 4.) UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- 5.) Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- 6.) EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- 7.) Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- 8.) Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- 9.) ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- 10.) PDB (<http://www.rcsb.org>)
- 11.) Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- 12) <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- 13) [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

### 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы и гарантирует возможность

качественного освоения обучающимися образовательной программы по направлению 19.03.01 Биотехнология, профиль «Биотехнология».

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу студентов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**Перечень оборудования для обеспечения проведения государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты: презентационное оборудование (мультимедиапроектор, экран, компьютер для управления).**

### **11.1. Оборудование, необходимое для проведения государственной итоговой аттестации**

Перечень оборудования для обеспечения проведения государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты: презентационное оборудование (мультимедиапроектор, экран, компьютер для управления).

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| No<br>п/п | Наименование<br>программног<br>о<br>продукта   | Реквизит<br>ы<br>договора<br>поставки | Количес<br>т<br>во<br>лицензий  | Срок<br>окончания<br>действия<br>лицензии  |
|-----------|--|---------------------------------------|---|--|
| 1         | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• <b>OneNote</b></li> <li>• <b>Access</b></li> <li>• <b>Publisher</b></li> </ul> <b>InfoPath</b> | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно е продлени е подписки с правом перехода на обновлён ную версию продукта) | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 2         | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013               | бессрочна я   | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   |
| 3         | O365ProPlusOpe nFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP<br><br>Приложения в составе подписки:<br>Outlook<br>OneDrive<br>Word 365<br>Excel 365<br>PowerPoint 365<br>Microsoft Teams  | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | 12 месяцев (ежегодно е продлени е подписки с правом перехода на обновлён ную версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| 4 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 90-133ЭА/2 021 от 07.09.2021 | 12 месяцев (ежегодно с продлением подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) |
| 5 | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                               | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 6 | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                          | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 7 | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | бессрочная   |
| 8 | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro              | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на  | бессрочная   |

|    |  |  |  |            |
|----|--|--|--|------------|
|    |  |  | рабочих станциях                               |            |
| 9  | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                        | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 |  | бессрочная |
| 10 | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |
| 11 | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2 010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации и на рабочих станциях | бессрочная |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                       | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки  |
|---|--|---|
| Раздел 1. Постановка цели и определение задач исследования. | <i>Знает:</i> современные научные достижения и перспективные направления работ в области биотехнологии, статистические методы обработки экспериментальных результатов, современные методы биотехнологических исследований; порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной | Оценка за первое промежуточное представление результатов научных исследований. Оценка на ГИА. |

| Наименование разделов | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки |
|-----------------------|--|----------------------------------|
|                       | <p>области; основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;</p> <p><i>Умеет:</i> применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области биотехнологии, формулировать цели и задачи научного исследования, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования, представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций;</p> <p><i>Владеет:</i> навыками планирования и проведения научных исследований в области биотехнологии, навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами. методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы; навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем; способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.</p> |                                  |

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|--|---|--|
| <p>Раздел 2.<br/>Составление аналитического обзора по теме исследования.</p> | <p><i>Знает:</i> современные научные достижения и перспективные направления работ в области биотехнологии, статистические методы обработки экспериментальных результатов, современные методы биотехнологических исследований; порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области; основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;</p> <p><i>Умеет:</i> применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области биотехнологии, формулировать цели и задачи научного исследования, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования, представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций;</p> <p><i>Владеет:</i> навыками планирования и проведения научных исследований в области биотехнологии, навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами.</p> | <p>Оценка за второе промежуточное представление результатов научных исследований.<br/>Оценка на ГИА.</p> |

| Наименование разделов   | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки   |
|---|---|--|
|   | <p>методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы; навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем; способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.</p>  |  |
| <p>Раздел 3.<br/>Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов;</p> | <p><i>Знает:</i> современные научные достижения и перспективные направления работ в области биотехнологии, статистические методы обработки экспериментальных результатов, современные методы биотехнологических исследований; порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области; основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;<br/><i>Умеет:</i> применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области биотехнологии, формулировать цели и задачи научного исследования, проводить обработку результатов эксперимента,</p> | <p>Оценка за третье промежуточное представление результатов научных исследований.<br/>Оценка на ГИА.</p> |

| Наименование разделов | Основные показатели оценки  | Формы и методы контроля и оценки |
|-----------------------|---|----------------------------------|
|                       | <p>оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования, представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций;</p> <p><i>Владеет:</i> навыками планирования и проведения научных исследований в области биотехнологии, навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами. методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы; навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем; способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.</p> |                                  |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05ВН).

Дополнения и изменения к рабочей программе  
**«Государственная итоговая аттестация: защита выпускной  
квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и  
процедуру защиты»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

Профиль «Биотехнология»

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |
|                                   |                                 |  |

