

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Биогеотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 **«Биогеотехнология»** относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору. 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** - дать студенту целостные представления о современных эффективных методах добычи и переработки минерального сырья, создании безотходных и малоотходных технологий, обеспечивающих комплексное использование минеральных ресурсов.

**Задачи дисциплины** 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 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 **компетенций и индикаторов их достижения**:

### Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации,	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.

<p>производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.</p>	<p>микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической</p>	<p>биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.</p>	<p>ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе</p>	<p>Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым</p>
			<p>ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.</p>	

<p>безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для использования используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</li> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и</li> </ul>		<p>ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях</p>	<p>уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция:</p>
		<p>ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом</p>	
		<p>ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества</p>

	<p>международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>	<p>микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.</p>	<p>биотехнологической продукции</p> <hr/> <p>ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства</p> <hr/> <p>ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.</p>	<p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/03.6 – Производство биотехнических систем. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н. Обобщенная трудовая функция: А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической документации при</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>промышленном производстве лекарственных средств. А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н. Обобщенная трудовая функция: В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из</p>
--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



				<p>возобновляемого сырья биотехнологическим методом.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.</p>
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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,

*Уметь:*

- 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.

### 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>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>
Лекции	0,89	32	24
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>0,22</b>	<b>8,0</b>	<b>6</b>
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,8	5,85
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины 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>Введение.</b> Современное состояние и перспективы развития биоготехнологии.	3	0	2	0	0	0	0	0	1
<b>1</b>	<b>Раздел 1.</b> Микроорганизмы и их роль в биоготехнологии металлов.	20	0	8	0	10	0	0	0	2
<b>2</b>	<b>Раздел 2.</b> Способы бактериального выщелачивания цветных металлов.	32	0	16	0	14	0	0	0	2
2.1	Технология кучного и подземного выщелачивания.	13	0	6	0	6	0	0	0	1
2.2	Технология чанового выщелачивания.	19	0	10	0	8	0	0	0	1
<b>3</b>	<b>Раздел 3.</b> Технологические аспекты переработки коллективных руд, концентратов и минерального сырья.	17	0	6	0	8	0	0	0	3
3.1	Переработка концентратов и коллективных руд. Обогащение руд.	7	0	2	0	4	0	0	0	1
3.2	Микробиологическая переработка минерального сырья.	5	0	2	0	2	0	0	0	1

3.3	Биосорбция металлов из растворов. Типы взаимодействий между металлами и микробной клеткой.	5	0	2	0	2	0	0	0	1
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</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, элементной серы и закисного железа; образование органотрофными микроорганизмами органических соединений, перекисей и т.д., способных разрушать 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 дробленой 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><i>Знать:</i></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><i>Уметь:</i></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><i>Владеть:</i></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><i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</i></b>					
21	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
22	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности	+	+	+
		ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе	+	+	+



	технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.	+	+	+
		ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях	+	+	+
		ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом	+	+	+
23		ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства	+	+	+
		ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ 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:	5
2	1	Образование органотрофными микроорганизмами органических соединений, перекисей	5
3	2	Общие положения кучного и подземного выщелачивания.	4
4	2	Технологическая схема кучного и подземного бактериально-химического выщелачивания меди, никеля и кобальта из медно-никелевых руд.	4
5	2	Технология чанового бактериального выщелачивания сульфидных концентратов в различных режимах культивирования бактерий.	6
6	3	Переработка концентратов и коллективных руд.	4
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 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 два вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

#### Вопрос 1.1.

1. Микробиологические процессы в биогеотехнологии 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 20 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**

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. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология : учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

## б) Дополнительная литература

1. Всеволод Емцев, Евгений Мишустин Общая микробиология. М.: Юрайт, 2017. – 253 с.

2. 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 01.01.2022 составляет 1718785 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, практических занятий (семинаров) 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

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

#### 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Микроорганизмы и их роль в биогео-технологии и металлов.	<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, 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</p>	Оценка за контрольную работу №1 (8-ой семестр)

	<p>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. 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 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,</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (8-ой семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №3 (8-ой семестр)</p>

	методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства, методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.	
Раздел 3. Технологические аспекты переработки и коллективных руд, концентратов и минерального сырья.	<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> <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>	Рейтинговая контрольная работа по темам модуля.

### **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.		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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Биотехнология биополимеров»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 дисциплины 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** – 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации,	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.

<p>производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.</p>	<p>микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической</p>	<p>биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.</p>	<p>ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе</p>	<p>Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым</p>
			<p>ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.</p>	

<p>безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для использования используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</li> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</li> </ul>		<p>ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях</p>	<p>уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i></p>
		<p>ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом</p>	<p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция</p>
		<p>ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции</p>



	<p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>	<p>биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.</p>	<p>ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства</p> <hr/> <p>ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.</p>	<p>биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p>
--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>«Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.</p>
--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- 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;

*Уметь:*

- 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.

### 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>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>
Лекции	0,89	32	24
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>0,22</b>	<b>8,0</b>	<b>6</b>
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,8	5,85
<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.	Практ. Занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоятельная работа
	Введение	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
1	Характеристика природных биополимеров	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
2	Характеристика отдельных групп полисахаридов.	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
2.1	Фитополисахариды.	17	0	8	0	8	0	0	0	1
2.2	Зоополисахариды.	13	0	6	0	6	0	0	0	1
3	Углеводсодержащие смешанные биополимеры.	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
3.1	Углеводсодержащие смешанные биополимеры.	9	0	4	0	4	0	0	0	1
3.2	Полисахариды микроорганизмов.	5	0	2	0	2	0	0	0	1
3.3	Биополимеры медико-биологического назначения.	6	0	2	0	2	0	0	0	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

## 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. Гемилцеллюлозы. 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><i>уметь:</i></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><i>владеть:</i></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><i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</i></b>				
14	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		

15	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности	+	+	+
		ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе	+	+	+
		ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.	+	+	+
		ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях	+	+	+
		ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом	+	+	+
16	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства	+	+	+
		ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического	+	+	+



		контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах			
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

## 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	Основные компоненты растительного сырья. Углеводы. Физические и химические свойства моносахаридов. Современное производство. Гомо- и гетерополисахариды. Классификация. Распространение в природе, свойства и функции.	4
2	1	Способы выделения (экстракция, ультрафильтрация, диализ, хроматография) биополимеров.	4
3	2	Фитополисахариды. Целлюлоза, строение, свойства и применение. Методы биоконверсии. Гемиллюлозы. Камеди и слизи. Лигнин.	4
4	2	Биополимеры водорослей.	4
5	2	Биополимеры животного происхождения.	6
6	3	Полисахариды микроорганизмов.	3
7	3	Биополимеры медико-биологического назначения.	3
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 гиалуроновой 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.

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. 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.

2. Биополимеры и перспективные материалы на их основе : учебное пособие / А. С. Сироткин, Ю. В. Лисюкова, Т. В. Вдовина, Ю. В. Щербакова. — Казань : КНИТУ, 2017. — 116 с. — ISBN 978-5-7882-2305-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138392> (дата обращения: 05.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Б) Дополнительная литература**

1. Кулагина, Е. М. Биополимеры в супрамолекулярных системах : учебно-методическое пособие / Е. М. Кулагина, С. В. Шилова. — Казань : КНИТУ, 2020. — 84 с. — ISBN 978-5-7882-2823-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/196120> (дата обращения: 05.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения [Текст] : учебное пособие / ред. М. И. Штильман. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с. : ил. ; 26,65 усл.печ.л. - (Учебник для высшей школы). - Библиогр. в конце глав. - 500 экз. - ISBN 978-5-9963-1564-2

3. М.И. Штильман Полимеры медико-биологического назначения. - М.: ИКЦ Академкнига, 2006,-399с.

4. Клопов, М. И. Биологическая химия : учебное пособие для вузов / М. И. Клопов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-7319-9. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169789> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 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.embnnet.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://muctr.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 01.01.2022 составляет 1718785 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013	Государственный контракт № 62-	2	бессрочная

	(категория: лицензионное).	64ЭА/2013 от 02.12.2013;		
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90- 133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	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, 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>	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр)
Раздел 2. Характеристика отдельных групп полисахаридов	<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>	Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр)

	<p>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>Раздел 3. Углеводсодержащие смешанные биополимеры. Полисахариды микроорганизмов.</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; 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>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (7 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  
«Биотехнология биополимеров»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Биофизическая химия»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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** (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 **«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** – 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-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 **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной</p>	<p>ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.</p>	<p>ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование</p>

	<p>деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</li> </ul>		<p>описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</li> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды</li> </ul>	<p>стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.</p>	<p>ПК-6.1. Знает: – основы термодинамики и кинетики функционирования живых систем на клеточном и популяционном уровне, принципы описания их роста и биосинтеза продуктов; – принципы математического описания, основные подходы и методы математического моделирования биологических объектов, систем и процессов.</p> <p>ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ.</p>	<p>квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



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>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,78</b>	<b>28</b>	<b>21</b>

Контактная самостоятельная работа	0,78	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		27,6	22,7
<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 форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практи ческие занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабора торные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самосто ятельная работа
1	Термодинамика биотехнологических и микробиологических процессов	<b>36</b>	0	10	0	16	0	0	0	9
2	Основы биоэнергетики	<b>38</b>	0	12	0	16	0	0	0	9
3	Стехиометрические расчеты биотехнологических процессов	<b>36</b>	0	10	0	16	0	0	0	10
	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28</b>

## 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 некомпенсированной 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. Различия 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>Знать:</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 аккумуляции и превращения энергии биологическими объектами		+	+
6	физико-химические основы биохимических процессов клетки	+	+	+
7	основы математического моделирования биологических процессов	+		+
	<b>Уметь:</b>			
8	работать с материалами специализированной периодической литературы	+	+	
9	рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое обоснование	+		+
10	рассчитывать основные стехиометрические и энергетические показатели биологических процессов			+
	<b>Владеть</b>			
11	методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов	+		+
12	методами прямой и непрямой калориметрии	+		
	методами анализа строения мембран биологических систем		+	
13	методами исследования мембранных процессов, протекающих в клетках биологических объектов		+	
14	методами составления материальных и энергетических балансов роста численности микробных популяций			+
15	методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><u>профессиональные компетенции и индикаторы их</u></b>				

**достижения:**

		<b>достижения:</b>			
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>	+	+	+
16	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>– роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии;</li> <li>– основные структуры и пространственная организация живой клетки;</li> <li>– базовые уровни организации и свойства живых систем;</li> <li>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</li> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды</li> </ul>	+	+	+
17	ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.	ПК-6.1. Знает: <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы термодинамики и кинетики функционирования живых систем на клеточном и популяционном уровне, принципы описания их роста и биосинтеза продуктов;</li> <li>– принципы математического описания, основные подходы и методы математического моделирования</li> </ul>	+	+	+

	биологических объектов, систем и процессов.			
	ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ	+	+	+



## 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	Первое и Второе начала термодинамики, применимость к открытым системам	5
2	1	Первая теорема Пригожина.	5
3	1	Расчет энергии Гиббса для реакций, протекающих в реальных растворах.	6
4	2	Физико-химические характеристики транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт).	4
5	2	Трансмембранная разность электрохимических потенциалов.	4
6	2	Основные элементы цепи переноса электронов в процессе фотосинтеза.	4
7	2	Регуляция клеточного метаболизма на уровне синтеза ферментов (индукция, репрессия) и их активности.	4
8	3	Составление материального баланса на основе стехиометрии микробного синтеза.	8
9	3	Расчет тепловых эффектов и затрат свободной энергии в процессе микробного синтеза.	8

### 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. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ 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 ( $T = 25^\circ\text{C}$ ).

**Задача 2.** Рассчитайте  $\Delta G^0$ ,  $\Delta\check{G}^0$ ,  $\Delta\check{G}'$  для реакции в водном растворе:



Параметр	$\text{R}_1\text{NH}_3^+$	$\text{R}_2\text{COOH}$	$\text{R}_1\text{NHCOR}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
$\Delta G^0_{\text{обр.}}$ , кДж/моль	316,0	-600,7	-703,1	-237,0
$a_{\text{нас.р-ра}}$	9,7	14,4	4,9	-
$\text{pK}_a$	-	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: пируват +  $\frac{1}{2}\text{O}_2$  + КоА  $\longrightarrow$  ацетил – КоА +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$ .

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),  $\text{pH} 7,0$ ,  $t = 30^\circ\text{C}$ , 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  $\text{pH}$  до 6,0. Предположите, можно ли регулировать этот процесс варьированием  $\text{pH}$ , 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 кисломолочный	$CH_{1,66}N_{0,14}O_{0,48}$
----------	------	----------------------------------	-----------------------------

**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  $NH_4OH$ . 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  $NH_4OH$ , 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	$C_1H_3OH$	$CH_{1,66}N_{0,14}O_{0,48}$	0,35

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 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 ( $\Delta G^0 < 0$ ) протекать реакция глюкоза +  $H_2PO_4^- \rightarrow$  глюкозо-6-фосфат +  $H_2O$  при физиологических концентрациях (глюкоза-0,01 моль/л,  $HPO_4^{2-}$ -0,003 моль/л, глюкозо-6-фосфат-0,005 моль/л), если известно, что  $pH=7$ , а  $K_a$  диссоциации  $H_3PO_4$  составляют: для первой ступени  $10^{-2,1}$ , для второй –  $10^{-7,2}$ , для третьей –  $10^{-12,4}$ ;  $K_{a1}$ (глюкозо-6-фосфат) =  $10^{-1,21}$ ,  $K_{a2}$ (глюкозо-6-фосфат) =  $10^{-6,24}$ .  $\Delta G^0$  реакции глюкоза +  $H_3PO_4 \rightarrow$  глюкозо-6-фосфат +  $H_2O$  равно 13,4 кДж/моль.

б) При каких условиях в расчетах необходимо учитывать диссоциацию аниона  $HPO_4^{2-}$ .

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.** 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 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	$\text{n-C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}$	$\text{C}_{0,460}\text{H}_{0,068}\text{N}_{0,088}\text{O}_{0,331}$	0,55

Оценка заданий:

№ задания	1	3	2	$\Sigma$
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 нескомпенсированной 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.

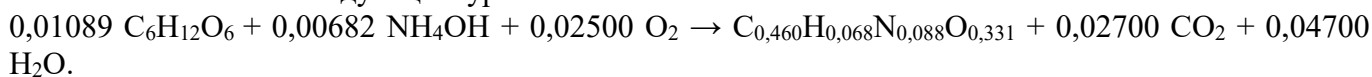
15. Понятие об опероне.
16. Регуляция клеточного метаболизма на примере репрессии. Регуляция клеточного метаболизма на примере индукции.
17. Основы математического моделирования в биологии (на примере стехиометрических расчётов).
18. Математические модели роста численности популяции (модель Мальтуса).
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 –  $\text{CH}_{1,78}\text{N}_{0,16}\text{O}_{0,54}$ .

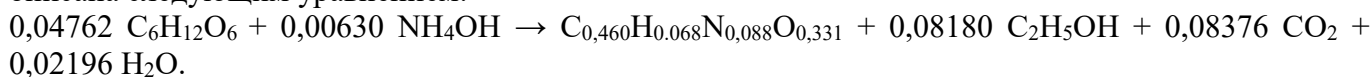
2. Составьте уравнение реакции катаболизма, анаболизма, брутто-реакции, а также определите  $\Delta G^0$  и  $\Delta H^0$  при аэробном культивировании биомассы дрожжей на питательной среде, содержащей в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{OH}$ , углерода – пропанол, если известно, что  $Y=0,45$ , 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 –  $\text{CH}_{1,78}\text{N}_{0,16}\text{O}_{0,54}$ .

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 –  $\text{CH}_{1,66}\text{N}_{0,14}\text{O}_{0,48}$ .

6. Одна из стадий цикла лимонной кислоты может быть описана следующим уравнением:  
пируват +  $\frac{1}{2} \text{O}_2$  + КоА → ацетил-КоА +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$ .

Рассчитайте  $\Delta\check{G}^0$  для этого процесса, учитывая поправку на диссоциацию пирувата, если известно, что  $\Delta\check{G}_{p-ии}(\text{пируват} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{КоА} \rightarrow \text{ацетил-КоА} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})_{\text{концентрации компонентов}=1 \text{ моль/л}, \text{P(газов)}=1 \text{ атм}} = 2,30 \text{ кДж/моль}$  ( $\text{H}_2\text{O}$  как компонент не учитывать),  $\text{pH} = 7$ , температура  $30^\circ\text{C}$ ,  $\text{Ka}_1(\text{пировиноградная кислота}) = 10^{-6,10}$ , а (растворенных веществ)=1,  $\text{P}^0(\text{CO}_2)=0,05 \text{ атм}$  учитывая, что аэрирование осуществляется смесью с  $\text{P}(\text{O}_2)=0,25 \text{ атм}$ , 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  $\Delta\check{G}^0(\text{фосфоенолпируват}\rightarrow\text{пируват}+\text{H}_3\text{PO}_4)=-55,6 \text{ кДж/моль}$ ,  $\text{pH}=7$ ,  $t=30^\circ\text{C}$ , а  $\text{K}_a$  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 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 ( $\text{P}_{\text{CO}_2}=0,05 \text{ атм}$ ; растворимость  $\text{CO}_2=5,3 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$ ;  $\text{C}_{\text{глюкоза}}=0,01 \text{ моль/л}$ ;  $\text{pH}=7$ ;  $t=30^\circ\text{C}$ ;  $\Delta\check{G}'_{\text{гидролиз АТФ}}=-33,5 \text{ кДж/моль}$ ;  $\Delta\check{G}^0_{\text{образ}}(\text{CO}_2)_{\text{газ}}=-394,37 \text{ кДж/моль}$ ;  $\Delta\check{G}^0_{\text{образ}}(\text{H}_2\text{O})_{\text{жид}}=-237,23 \text{ кДж/моль}$ ;  $\Delta\check{G}_{\text{образ.глюкоза}}_{\text{p-p } 1 \text{ моль/л}}=-917,22 \text{ кДж/моль}$ ).

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  $\text{K}_a$  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 ( $\text{Hb}+\text{O}_2\rightarrow\text{Hb}*\text{O}_2$ ) будет осуществляться самопроизвольно.  $\text{K}_a$  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.

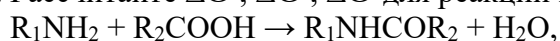
б) Предположите, какое влияние на данный процесс окажет повышение температуры.

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  $\text{K}_a$  диссоциации  $\text{H}_3\text{PO}_4$  составляют: для первой ступени  $10^{-2,1}$ , для второй –  $10^{-7,2}$ , для третьей –  $10^{-12,4}$ ;  $\text{Ka}_1(\text{глюкозо-6-фосфат}) = 10^{-1,21}$ ,  $\text{Ka}_2(\text{глюкозо-6-фосфат}) = 10^{-6,24}$ .  $\Delta\check{G}^0$  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  $\Delta\check{G}^0$ ,  $\Delta\check{G}^0$ ,  $\Delta\check{G}'$  для реакции в водном растворе:



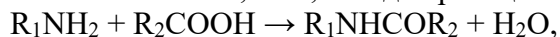
если известно, что:

параметр	$\text{R}_1\text{NH}_2$	$\text{R}_2\text{COOH}$	$\text{R}_1\text{NHCOR}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
$\Delta\check{G}^0_{\text{образ.}}$	316,0	-600,7	-703,1	-237,0
$a_{\text{нас.р-ра}}$	9,7	14,4	4,9	-
pKa	-	3,8	-	-
Физиол.кон-и, моль/л	0,009	0,16	0,044	-

12. Дрожжи рода *Saccharomyces* в аэробных условиях (в присутствии  $\text{O}_2$ ) способны окислять глюкозу до  $\text{CO}_2$ , в то время как в анаэробных условиях осуществляется спиртовое брожение. Рассчитайте (на 1 моль глюкозы)  $\Delta\check{G}^0$ ,  $\Delta\check{G}^0$  (условия:  $30^\circ\text{C}$ , а (растворенных веществ)=1,  $\text{P}^0(\text{CO}_2)=0,05 \text{ атм}$ ) для обоих процессов учитывая, что аэрирование осуществляется смесью с  $\text{P}(\text{O}_2)=0,3 \text{ атм}$ , растворимость кислорода – 8,0 мг/л, а  $\Delta\check{G}^0_{\text{образ.}}(\text{CO}_2 \text{ газ})=-386,23 \text{ кДж/моль}$ ,

$\Delta G^0_{\text{образ.}}(\text{H}_2\text{O жид.}) = -237,19 \text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta \check{G}_{\text{образ.}}(\text{глюкоза р-р } 1 \text{ моль/л}) = -917,22 \text{ кДж/моль}$ ,  
 $\Delta \check{G}_{\text{образ.}}(\text{этанол р-р } 1 \text{ моль/л}) = -181,54 \text{ кДж/моль}$ .

13. Рассчитайте  $\Delta G^0$ ,  $\Delta \check{G}^0$ ,  $\Delta \check{G}'$  для реакции в водном растворе:



если известно, что:

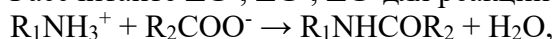
параметр	$R_1\text{NH}_2$	$R_2\text{COOH}$	$R_1\text{NHCOR}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
$\Delta G^0_{\text{образ.}}$	-354,5	-437,2	-581,4	-237,0
$a_{\text{нас.р-ра}}$	11,3	10,6	3,8	-
pKa	-	3,0	-	-
Физиол.кон-и, моль/л	$3 \cdot 10^{-2}$	0,2	0,035	-

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  $\Delta \check{G}_{\text{р-ии}}(\text{глюкоза} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{глюкозо-1-}\Phi^2\text{-H}^+ + \text{H}_2\text{O})_{\text{концентрации компонентов}=1 \text{ моль/л}} = 2,30 \text{ кДж/моль}$  ( $\text{H}_2\text{O}$  как компонент не учитывать),  $\text{pH} = 7$ , температура  $30^\circ\text{C}$ , а (растворенных веществ)=1,  $K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 10^{-2,12}$ ,  $K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 10^{-7,20}$ ,  $K_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 10^{-12,4}$ ,  $K_{a1}(\text{глюкозо-1-}\Phi^2\text{-H}^+) = 10^{-1,10}$ ,  $K_{a2}(\text{глюкозо-1-}\Phi^2\text{-H}^+) = 10^{-6,51}$ .

15. Рассчитайте  $\Delta G^0$ ,  $\Delta \check{G}^0$ ,  $\Delta \check{G}'$  для реакции в водном растворе:



если известно, что:

параметр	$R_1\text{NH}_3^+$	$R_2\text{COOH}$	$R_1\text{NHCOR}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
$\Delta G^0_{\text{образ.}}$	-354,5	-437,2	-581,4	-237,0
$a_{\text{нас.р-ра}}$	11,3	10,6	3,8	-
pKa	-	3,0	-	-
Физиол.кон-и, моль/л	$3 \cdot 10^{-2}$	0,2	0,035	-

Максимальная оценка за зачет с оценкой (6 семестр) – 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-й семестр).

*Зачет с оценкой* по дисциплине «*Биофизическая химия*» проводится в 6-м 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.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов  «__» _____ 20__ г.	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология</b>
	<b>Дисциплина «Биофизическая химия»</b>



### Билет № 1

1. Изолированные, закрытые и открытые системы в биотехнологии.
2. Типы транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт). Их краткая характеристика и классификация с позиции переноса ионов через мембрану.
3. 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  $\Delta G^0_{\text{образ}}(\text{пентанол})_{\text{р-р}} = -396,23$  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 –  $\text{CH}_{1,78}\text{N}_{0,16}\text{O}_{0,54}$ .

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. 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. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 1 : Основы биохимии, строение и катализ — 2020. — 749 с. — ISBN 978-5-00101-864-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135557> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490489> (дата обращения: 30.04.2022).

### 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 01.01.2022 составляет 1718785 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, 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**

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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная

2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Термодинамика биотехнологических и микробиологических процессов	<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; физико-химические основы биохимических 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>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)</p> <p>Оценка за домашнюю работу</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (6 семестр)</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</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (6 семестр).</p>

	<p>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>Раздел 3. Стехиометрические расчеты биотехнологических процессов</p>	<p>Знает: отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; способы аккумуляции и превращения энергии биологическими объектами; физико-химические основы биохимических процессов клетки; основы 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 контрольную работу №3 (6 семестр)</p> <p>Оценка за домашнюю работу</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 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  
«Биофизическая химия»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Медицинская биотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена к.т.н. доцентом кафедры биотехнологии Кареткиным Б.А.

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 **«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.

**Цель дисциплины** дать студенту целостные представления о современном состоянии и перспективах развития медицинской биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека для использования в здравоохранении и на биофармацевтических производствах. 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** 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 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации,	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения

<p>производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.</p>	<p>микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий;</p> <p>– разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции;</p> <p>– эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов;</p> <p>– организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;</p> <p>– обеспечение экологической</p>	<p>биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.</p>	<p>ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе</p>	<p>проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций</p>
			<p>ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.</p>	

<p>безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</li> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</li> </ul>		<p>ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях</p>	<p>НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</p>
		<p>ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом</p>	
		<p>ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической</p>

	<p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>	<p>контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.</p>	<p>продукции</p>	<p>биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве</p>
			<p>ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической и производства</p>	
			<p>ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.</p>	

				<p>лекарственных средств.  А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.  А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.  <i>Профессиональный стандарт</i>  «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий»,  утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н.  Обобщенная трудовая функция:  В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим</p>
--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>методом. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.</p>
--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- определение и основные задачи медицинской биотехнологии;
- отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий.
- особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах;
- требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения;

*Уметь:*

- 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.

*Владеть:*

- теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии;
- современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии;
- основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств.

### 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>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>
Лекции	0,89	32	24
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>0,22</b>	<b>8,0</b>	<b>6</b>
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</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.	Практич еские занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабора торные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоя тельная работа
	Введение	4	0	2	0	2	0	0	0	0
1	<b>Раздел 1. Общие принципы работы биообъектов в медицинских биотехнологиях.</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
1.1	1.1. Основные задачи медицинской биотехнологии.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
1.2	1.2. Особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
1.3	1.3. Применение методов генетической и клеточной инженерии в медицинской биотехнологии.	8,5	0	4	0	4	0	0	0	0,5
1.4	1.4. Имобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
2	<b>Раздел 2. Понятие об иммунологии.</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
2.1	2.1. Система иммунного гомеостаза.	4,5	0	2	0	2	0	0	0	0,5
2.2	2.2. Введение в современную иммунобиотехнологию.	8,5	0	4	0	4	0	0	0	0,5
2.3	2.3. Современные препараты для иммунизации.	13	0	6	0	6	0	0	0	1

3	<b>Раздел 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
4	<b>Раздел 4. Санитарная и профилактическая биотехнология.</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

## 4.2. 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; 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. Особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах.** Биотехнологические процессы, с начала и до конца обеспечиваемые биообъектом (на примере технологий получения витамина В<sub>12</sub>, рибофлавина). Требования к продукции и технологические схемы получения антибиотиков. Использование биотехнологического процесса на одном из этапов получения лекарственного средства (биотрансформация - на примере технологии получения витамина С).

**1.3. Применение методов генетической и клеточной инженерии в медицинской биотехнологии.** Подходы к совершенствованию биообъектов. Методы генной и клеточной инженерии. Требования к продукции и технологические схемы получения рекомбинантных белков (эритропоэтины, филграстимы, инсулин, интерфероны). Генотерапевтические лекарственные препараты.

**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.

**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. Иммуносенсоры. ДНК- или РНК-пробы. Требования к продукции и технологические схемы получения рекомбинантных моноклональных антител

**2.3. Современные препараты для иммунизации.** Современная классификация вакцин. Общие требования к вакцинам. Микробные живые вакцины (вакцина Кальмета и Герена (BCG), вакцина против туляремии, противочумная вакцина). Вирусные живые вакцины: вакцина против оспы (Дженера), вакцина против вируса полиомиелита, вакцина против желтой лихорадки (Тейлора). Технологии получения живых вакцин. Инактивированные вакцины: брюшнотифозная вакцина (вакцина Венсена и вакцина Кале), вакцины против коклюша, холеры, дизентерии. Инактивированные противовирусные вакцины. Технология получения инактивированных вакцин. Вакцины на основе белков (рекомбинантные) и полисахаридов (вакцина против гепатита В, вакцина против папилломавируса). Технология получения рекомбинантных вакцин. НК и векторные вакцины. Анатоксины. Технология получения анатоксинов. Сывороточные препараты.

**Модуль 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.** Понятие о микробных сообществах человека, виды экологических отношений между микроорганизмами и

организмом человека. Роль микробного сообщества кишечника человека в функционировании организма. Требования к продукции и технологические схемы получения пробиотиков. Требования к штаммам, используемым для производства 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 тетрахимены, 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	определение и основные задачи медицинской биотехнологии	+				
2	отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий		+			
3	особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах	+	+	+	+	
4	требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения	+	+	+	+	
	<b>Уметь:</b>					
5	использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов		+	+	+	
6	использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний	+	+	+	+	
7	использовать биосенсоры и биотесты.				+	
	<b>Владеть</b>					
8	теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии	+	+		+	
9	современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии	+	+	+	+	
10	основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств	+	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b>						
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>				
11	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской,	+	+	+	+

	синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности				
		ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе	+	+	+	+
		ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.	+	+	+	+
		ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях	+	+	+	+
		ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом	+	+	+	+
12	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции	+	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства	+	+	+	+
		ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах	+	+	+	+

## 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	Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Биообъекты в фармации, гигиене и санитарии.	5
2	1	Сбор и получение информации: диагностикумы, биосенсоры, использование биотехнологических решений и приемов для получения информации (понятие о биотехнологическом приеме);	5
3	2	Особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах.	6
4	2	Иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях.	6
5	3	Роль микробного сообщества кишечника в функционировании организма человека.	2
6	3	Требования к продукции и технологические схемы получения пробиотиков.	1
7	3	Требования к штаммам, используемым для производства 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.	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:

- 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 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.**

#### *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 нормофлоры и пробиотиков.
8. Использование иммунобиотехнологических тест-систем для контроля за санитарным состоянием окружающей среды.

#### **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6-й 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.

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

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (6-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*Медицинская биотехнология*» проводится в 6-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» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В. И. Панфилов  «__» _____ 20__ г.	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>Код и наименование направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология»</b>
	<b>Дисциплина «Медицинская биотехнология»</b>
<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

1. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология : учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

#### б) Дополнительная литература

1. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.

2. Кнорре Д.Г. Биологическая химия / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина, 2000. – 480 с.

3. Бабусенко Е.С., Шакир И.В., Суясов Н.А., Панфилов В.И. Организация биотехнологического производства: Учебное пособие для вузов / под ред. Красноштанова А.А. - М.: Юрайт, 2021. - 170 с.

4. Клопов, М. И. Биологическая химия : учебное пособие для вузов / М. И. Клопов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-7319-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169789> (дата обращения: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

– Журнал «Биотехнология» ISSN 0234-2758

– Журнал «Прикладная биохимия и микробиология» ISSN 0555-1099

- Журнал «Биофармацевтический журнал» ISSN 2073-8099
- Journal «Process Biochemistry» ISSN 1359-5113
- «Journal of Bioscience and Bioengineering» ISSN 1389-1723
- Journal «Biotechnology and Bioengineering», ISSN:1097-0290 (Online)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- [http:// biorosinfo.ru/](http://biorosinfo.ru/)
- <https://gmpnews.ru/>
- <https://www.elibrary.ru/>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

### **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 01.01.2022 составляет 1718785 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование	Основные показатели оценки	Формы и
--------------	----------------------------	---------

модулей		методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие принципы работы биообъектов в медицинских биотехнологиях.	<p><i>Знает:</i> определение и основные задачи медицинской биотехнологии; особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах; требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения.</p> <p><i>Умеет:</i> использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний</p> <p><i>Владеет:</i> теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии; современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии; основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств</p>	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Понятие об иммунологии	<p><i>Знает:</i> отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий; особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах; требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения.</p> <p><i>Умеет:</i> использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов; использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний</p> <p><i>Владеет:</i> теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии; современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии; основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств</p>	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за зачет с оценкой
Раздел 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.	<p><i>Знает:</i> особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах; требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения.</p> <p><i>Умеет:</i> использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов; использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний</p> <p><i>Владеет:</i> современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии; основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств</p>	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за зачет с оценкой

<p>Раздел 4. Санитарная и профилактическая биотехнология.</p>	<p><i>Знает:</i> особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах; требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения.</p> <p><i>Умеет:</i> 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.</p> <p><i>Владеет:</i> теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии; современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии; основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств</p>	<p>Оценка за контрольную работу №3 Оценка за зачет с оценкой</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  
«Медицинская биотехнология»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы энзимологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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** (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 энзимологии»** относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют фундаментальную подготовку по биохимии и биокинетики.

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, промышленный 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.

**Задачи дисциплины** – 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 **«Методы энзимологии»** 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов,	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос

	<p>клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;</p> <p>– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических</p>		<p>как объектов биотехнологии;</p> <p>– основные структуры и пространственная организация живой клетки;</p> <p>– базовые уровни организации и свойства живых систем;</p> <p>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</p> <p>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</p> <p>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций</p>	<p>работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	процессов.		и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и
		ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции <i>in vitro</i> , специфику методы создания, оценки и отбора	

			<p>перспективных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</p> <p>– основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</p> <p>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</p>	<p>технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий</p>
		<p>ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-</p>	<p>ПК-5.2. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной</p>	

		<p>химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p>	<p>методике.</p> <p>ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.</p>	
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--



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>2,0</b>	<b>72</b>	<b>54</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>
Лекции	0,89	32	24
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>0,22</b>	<b>8,0</b>	<b>6</b>
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</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	3	0	2	0	0	0	0	0	1
1	Ферменты. Ферментативный катализ. Активный центр ферментов.	9	0	4	0	4	0	0	0	1
2	Носители. Методы активации носителей	9	0	4	0	4	0	0	0	1
3.	Методы иммобилизации ферментов.	11	0	5	0	5	0	0	0	1
4	Свойства иммобилизованных ферментов.	11	0	5	0	5	0	0	0	1
5.	Методы исследования иммобилизованных ферментов.	9	0	4	0	4	0	0	0	1
6.	Получение и использование иммобилизованных ферментов для медицинских целей.	10	0	4	0	5	0	0	0	1
7.	Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.	10	0	4	0	5	0	0	0	1
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

## 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 синтетических 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, силохромы 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. Иммобилизация на носителях, обладающих сульфгидрильными группами. Иммобилизованные 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 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.

**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 <b><u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u></b>									
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>							
21	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи		+	+	+	+	+	+

		<p>генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</p> <p>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</p>							
22	ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <p>– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;</p> <p>– основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</p> <p>– основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</p> <p>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</p>	+	+	+	+	+	+	+
23	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических,	ПК-5.2. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических	+	+	+	+	+	+	+

	<p>физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p>	<p>превращений по заданной методике.</p>							
		<p>ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.</p>	+	+	+	+	+	+	+



## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	Раздел	Темы практических (семинарских) занятий	часы
1	1	Простые и сложные ферменты.	2
2	1	Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблемы сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию	2
3	2	Материалы, используемые для иммобилизации ферментов. Требования к носителям.	4
4	3	Химические и физические методы иммобилизации ферментов.	5
5	4	Влияние физико-химических факторов на активность иммобилизованных ферментов.	5
6	5	Спектральные методы исследования белков.	4
7	6	Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей.	5
8	7	Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.	5

### 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 CORT
- 3) подготовку к сдаче зачета с оценкой 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 CORT

#### «Шесть шляп мышления»

**Тема: «Технология получения (очистки) ферментов»**

*Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)*

Что представляют собой ферменты?

Для чего нужны ферменты?

Являются ли ферменты белками?

Как влияют ферменты на окружающую среду?

Как проверяют ферменты на активность?

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:*

- охарактеризовать физико-химический состав используемого носителя;
- предложить наиболее приемлемый способ активации носителя;
- охарактеризовать химические, биохимические, физические свойства фермента;
- охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта;
- на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки носителя: условия хранения; количество активатора; условия иммобилизации;
- 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:*

- проанализировать и кратко охарактеризовать существующие методы выделения ферментов;
- проанализировать физико-химический состав предложенного в задании фермента;
- на основе проведенного анализа обосновать наиболее приемлемый метод выделения фермента;
- 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*

2. используя литературные данные и интернет найти сведения о выпуске и производстве, предложенного в задании

3. проанализировать получение препаратов, предложенного в задании.
4. 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 иммобилизованных ферментов».

*Порядок выполнения задания:*

1. дать характеристику методам иммобилизации;
2. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при иммобилизации;
3. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при хранении;
4. 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 контрольные 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 нанолечарств.

*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 – 20 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.
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.

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

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета (8-й 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 style="text-align: center;"><i>«Утверждаю»</i></p> <p>Зав. кафедрой биотехнологии, В.И. Панфилов</p> <hr/> <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 «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. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера.-М.: БИНОМ, 2015.-Т.1-3.

### **Б. Дополнительная литература**

1. 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.
2. Луценко Н.Г., Калёнов 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.
3. Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений. Практикум: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 88 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 01.01.2022 составляет 1718785 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 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория:	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная

	лицензионное).			
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

## 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. 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: использовать оптимальные методы иммобилизации фермента на необходимом носителе для получения препарата иммобилизованного фермента,</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (8 семестр)</p>



	<p>сохраняющего свою биологическую активность на протяжении всего срока эксплуатации и хранения.</p> <p>Владеет: методами иммобилизации ферментов на требуемых носителях, методами определения количества иммобилизованного белка, методами определения ферментативной активности иммобилизованного препарата, методами моделирования искусственных условий инактивации иммобилизованного препарата.</p>	
Раздел 4. Свойства иммобилизованных ферментов .	<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, pH, 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>
Раздел 5. Методы исследования иммобилизованных ферментов .	<p>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.</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>
Раздел 6. Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей	<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</p>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (8 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (8 семестр).</p>

	<p>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>Раздел 7. Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.</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 промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, <math>\alpha</math>-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>	<p>Рейтинговая контрольная работа.</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 энзимологии»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Общая биотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 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 **«Общая биотехнология»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии и общей 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 биотехнологии.

### **Задачи дисциплины**

- 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 **«Общая биотехнология»** 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.</p>	<p>Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических</p>	<p>ПК-1. способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения</p>	<p>ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности.</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и</p>
			<p>ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе</p>	
			<p>ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий</p>	
			<p>ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов</p>	



	<p>регламентов на производство биотехнологической продукции;</p> <p>– эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов;</p> <p>– организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой</p>	<p>основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;</p>	<p>микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях</p> <p>ПК-1.5. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях</p> <p>ПК-1.6. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом</p>	<p>требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p>
	<p>продукции;</p> <p>– обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы,</p>	<p>ПК-2. способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.</p> <p>ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.</p> <p>ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания</p>	<p>«Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от</p>

	<p>ферменты, биологически активные вещества;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</li> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</li> <li>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</li> <li>– средства оценки состояния окружающей среды и</li> </ul>	<p>средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов;</p>	<p>продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.</p>	<p>28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.			
--	---------------------------------------------------------	--	--	--

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.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5,0</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,56</b>	<b>128</b>	<b>96</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0,22</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
Лекции	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,44	16	12
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	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	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Принципиальная схема биотехнологического производства</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1.1	Подготовительные стадии	9	0	1	0	3	0	4	0,5	1
1.2	Основная ферментация	9	0	1	0	3	0	4	0,5	1
1.3	Стадии выделения и очистки продукта	9	0	1	0	3	0	4	1	1
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Сырьевая база современной биотехнологии</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии</b>	<b>99</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	<b>4</b>	<b>11</b>
3.1	Промышленная биотехнология.	26	0	3	0	8	0	12	2	3
3.2	Экологическая биотехнология.	19	0	2	0	7	0	8	0	2
3.3	Сельскохозяйственная биотехнология	18	0	2	0	6	0	8	2	2
3.4	Медицинская биотехнология.	9	0	1	0	3	0	4	0	1
3.5	Бионанотехнология	9	0	1	0	3	0	4	0	1
3.6	Биогеотехнология и биоэнергетика.	9	0	1	0	3	0	4	0	1
3.7	Биобезопасность.	9	0	1	0	3	0	4	0	1
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>8</b>	<b>16</b>
	<b>Экзамен</b>	<b>36</b>								
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>								

## 4.2 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	Раздел 2	Раздел 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.		+	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
24	ПК-1. способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности.	+	+	+
		ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе	+	+	+
		ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий	+	+	+

	сырья и продукции;	ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях	+	+	+
		ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом	+	+	+
25	ПК-2. способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов;	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+
		ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	+	+	+

## 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	Подготовительные стадии биотехнологического производства	3
2	1	Технологические решения для стадии культивирования микроорганизмов	3
3	1	Выбор оптимальной схемы выделения продуктов метаболизма	3
4	2	Использование индивидуальных органических соединений в качестве субстратов для культивирования микроорганизмов	3
5	2	Отходы пищевой, целлюлозо-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства как субстраты для биотехнологии	3
6	2	Технологии предобработки углеродсодержащих субстратов	3
7	3	Технологические подходы к получению первичных метаболитов (на примере аминокислот)	3
8	3	Технологические подходы к получению вторичных метаболитов (на примере антибиотиков)	3
9	3	Технологическая схема получения кормового белка в комплексном производстве	3
10	3	Сравнительный анализ методов аэробной очистки сточных вод.	3
11	3	Сравнительный анализ методов анаэробной очистки сточных вод.	3
12	3	Принципиальная схема получения микробных инсектицидов.	3
13	3	Трансгенные растения и животные: за и против	3
14	3	Принципиальные схемы получения вакцин различных типов.	2
15	3	Сравнительный анализ нормофлоров	2
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

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 20 баллов (максимально по 2,5 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	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Использование комплекса ЭВМ – ферментер для изучения процессов биосинтеза.	8
2	1	Культивирование дрожжей на питательных средах, содержащих углеводные экстракты.	8
3	3	Использование жировых отходов мясопереработки в качестве сырья для получения белковой кормовой добавки.	8
4	2	Получение б-аминопенициллановой кислоты гидролизом бензилпенициллинацилазы, иммобилизованной в полиакриламидный гель.	8
5	2	Экстракционное извлечение липидов из биомассы.	8
6	2	Комплексная переработка микробного сырья с получением продуктов белковой и нуклеотидной природы.	8
7	2	Основы микробиологического контроля биотехнологических производств	8
8	3	Анализ состава микробной кормовой биомассы.	8

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «*Общая биотехнология*» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 16 ч в 6-м семестре плюс 36 ч (подготовка к экзамену). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- 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 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:*

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.* 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:*

- проанализировать и кратко охарактеризовать существующие методы выделения БАВ из культуральной жидкости;
- проанализировать физико-химический состав предложенного в задании БАВ;
- на основе проведенного анализа обосновать наиболее приемлемый метод выделения БАВ;
- 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:*

1. дать характеристику морфологических, физиологических и биохимических особенностей штамма-продуцента;
2. на основе анализа схемы биосинтеза целевой аминокислоты дать рекомендации по необходимой ауксотрофности штамма-продуцента;
3. предложить состав среды, условия культивирования и режимы культивирования штамма -продуцента;
4. 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*

- 1) на основе литературных и интернет-источников дать характеристику сточных вод, предложенных в задании.
- 2) проработать теоретический материал по методам очистки сточных вод
- 3) выбрать и обосновать выбор способа очистки — аэробный или анаэробный
- 4) 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

## **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*.

### **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 40 баллов, по 15 баллов за 1-ю и 2-ю работу и 10 баллов за 3-ю.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. 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 со 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. Максимальная оценка – 15 баллов. 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. Максимальная оценка – 10 баллов. 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-й семестр – экзамен).**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 и рабочей программы дисциплины и содержит 3 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 нанолекарств. 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

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

### 8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (6-й семестр).

**Экзамен** по дисциплине «**Общая биотехнология**» проводится в 6-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В.И.Панфилов «__» _____ 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>19.03.01 Биотехнология</b></p>
	<p><b>Профиль – «Биотехнология»</b></p>
<p><b>Дисциплина «Общая биотехнология»</b></p>	
<p><b>Билет № 1</b></p>	
<p>1. Типовая схема биотехнологического производства. Подготовительные стадии</p>	
<p>2. Основы технологии получения кислых аминокислот микробиологическим синтезом.</p>	
<p>3. Сырьевая база для производства кормового белка одноклеточных.</p>	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Бабусенко Е.С., Шакир И.В., Суясов Н.А., Панфилов В.И. Организация биотехнологического производства: Учебное пособие для вузов / под ред. Красноштанова А.А. - М.: Юрайт, 2021. - 170 с.

2. Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Панфилов В. И. Биологическая безопасность биотехнологических производств. — ДеЛи Москва, 2010. — С. 132.

### **Б. Дополнительная литература**

1. Галынкин, В. А. Питательные среды для микробиологического контроля качества лекарственных средств и пищевых продуктов : Справочник / В. А. Галынкин и др. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2019. - ISBN 978-5-903090-01-X. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978590309001X.html> (дата обращения: 04.05.2022). - Режим доступа : по подписке.

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

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

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)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- 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 рабочей 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 – 150);
- 3) 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 01.01.2022 составляет 1718785 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 биотехнология» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных 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.

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:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

### 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:

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	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b> Принципиальная схема биотехнологического производства</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>- 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;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> <li>- модели роста клеток и образования продуктов;</li> <li>- методы культивирования; основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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;</li> <li>- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;</li> <li>- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;</li> <li>- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;</li> <li>- определять параметры сырья и продукции при их сертификации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения стандартных</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (6-й семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (6-й семестр)</p>



	<p>испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;</li> <li>- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 2.</b> Сырьевая база биотехнологии</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства;</li> <li>- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории;</li> <li>- выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;</li> <li>- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;</li> <li>- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;</li> <li>- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;</li> <li>- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (6-й семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (6-й семестр)</p>

<p><b>Раздел 3.</b> Основные направления современной биотехнологии</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;</li> <li>- принципиальную схему биотехнологического производства;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> <li>- основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа;</li> <li>- важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии;</li> <li>- роль современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;</li> <li>- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;</li> <li>- выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;</li> <li>- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (6-й семестр) Оценка за лабораторный практикум (6-й семестр) Оценка за экзамен (6-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;

– 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 биотехнология»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 Биотехнология

«Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Общая микробиология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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** (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 **«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** - дать студенту целостное представление об основных закономерностях развития живой природы, биологического разнообразия живого, 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.

### **Задачи дисциплины:**

- 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-м 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 направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров.



	<p>профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</li> <li>– установки и оборудование для проведения</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</li> </ul>	<p>Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>биотехнологических процессов.</p>	<p>ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i>, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p>	<p>ПК-4.2. Знает основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p>	<p>шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).  <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий»</i>, утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.          Обобщенная трудовая функция:          А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.          А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p>
--	--------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p>	<p>ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.</p> <p>ПК-5.2. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.</p>	
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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.

### 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>3,56</b>	<b>128</b>	<b>96</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,34	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,44	16	12
<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

№ 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.	32	0	3	0	12	0	13	0	4
2	Рост и культивирование микроорганизмов	44	0	4	0	12	0	24	0	4
3	Метаболизм микроорганизмов.	35	0	6	0	12	0	13	0	4
4	Экология микроорганизмов	33	0	3	0	12	0	14	0	4
	Экзамен	36								
	<b>ИТОГО:</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>16</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 диакуссии 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 физиологически свойствами.			+	+
	<b>владеть:</b>				
10	основами микробиологической техники; и методами работы			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u></b>					
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
11	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки;	+		+

	популяциях.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– базовые уровни организации и свойства живых систем;</li> <li>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</li> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</li> </ul>				
12	ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.2. Знает основные принципы селекции <i>in vitro</i> , специфику методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	+	+		+
13	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических,	ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	+	+	+	+



	<p>биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p>	<p>ПК-5.2. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.</p>	+	+	+	+
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---	---

## 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.	12
2	2	Типы питания микроорганизмов.	3
3	2	Краткая характеристика отдельных групп микроорганизмов.	3
4	2	Понятие о накопительных и чистых культурах микроорганизмов.	3
5	2	Методы культивирования микроорганизмов. Кривая роста. Диауксия.	3
6	3	Типы биологического окисления.	6
7	3	Катаболические процессы у микроорганизмов.	6
8	4	Основные понятия о селекции микроорганизмов и генной инженерии	6
9	4	Участие микроорганизмов в круговороте веществ в природе	6
Итого			48

### 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.	5
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.	5

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.	12
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).	12
6	3	Способы культивирования микроорганизмов. Снятие кривой роста при глубинном периодическом культивировании.	4
7	3	Определение значения для роста микроорга низмов элементов питательной среды. Методы определения роста микроорганизмов: турбидиметрический метод; подсчет клеток с помощью счетной камеры; подсчет жизнеспособности клеток путем посева на твердые среды (метод Коха) Определение обсемененности воздуха, воды, , рабочих поверхностей.	4
8	3	Выделение чистой культуры (метод Коха). Определение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам (метод бумажных дисков).	5
9	4	Получение накопительных культур микроорганизмов (5-6 различных групп микроорганизмов), разрушающих целлюлозу, денитрификаторов, аммонификаторов, азотфиксаторов. Определение антагонистической активности микроорганизмов (метод штрихов).	7
10	4	Микробиологические методы исследования объектов окружающей среды и техногенных потоков.	7

## 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 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) 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 40 баллов и составляет по 10 баллов за первую и третью работу, 20 баллов – за вторую.

#### **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) тейхоевые 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 н- 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 1/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

1. Определить время генерации дрожжей при периодическом культивировании, если в логарифмической фазе роста содержание биомассы за 2 часа увеличилось в 4 раза
2. 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.
3. Выделить микроорганизмы с определёнными свойствами: Бактерии 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

1. Начертить кривые усвоения субстрата микроорганизмами, рост которых характеризуется данной кривой роста, и рассчитать удельную скорость роста при их потреблении.

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: 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 5 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.

в



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-й 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.

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

## **8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (5-й семестр).**

Экзамен по дисциплине «**Общая микробиология**» проводится в 5-м 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» Зав. кафедрой биотехнологии, _____ 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 «Общая микробиология»</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p>	
<p>1. Морфология прокариот (размер, морфология, эндоспоры и др. покоящиеся формы). 2. Пропионово-кислое брожение. Микроорганизмы-продуценты. Химизм брожения. Практическое значение. 3. 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 [Текст]: Пер. с нем. / Г. Шлегель, 1987.
2. 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. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. В 2 частях. – М.: Юрайт, 2022. – 333 с.
2. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств – М., Изд.ДеЛи принт,2010.
3. Всеволод Емцев, Евгений Мишустин Общая микробиология. М.: Юрайт, 2017. – 253 с.
4. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология: учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа: по подписке.

### 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 – 9, (общее число слайдов – 130);
- 2) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75);
- 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 01.01.2022 составляет 1718785 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 микробиология» проводятся в форме лекций, практических занятий, 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) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Учебная микробиологическая лаборатория, оснащенная оборудованием, приборами и принадлежностями в соответствии с темами работ лабораторного практикума по «Общей микробиологии».

### 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

	OriginPro 8.5 Department Wide License			
--	---------------------------------------------	--	--	--

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Биология протистов	Знает: особенности строения клеток про- и эукариотических организмов; Умеет: Готовить препараты для микроскопирования и микроскопировать	Оценка за контрольную работу №1 (5-ый семестр) Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)  Оценка за экзамен (5-ый семестр)
Раздел 2. Рост и культивирование микроорганизмов	Знает: закономерности роста и способы культивирования микроорганизмов Умеет: подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля; разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста;	Оценка за контрольную работу №2 (5-ый семестр) Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)
Раздел 3. Метаболизм микроорганизмов	Знает: особенности метаболизма, типы биологического окисления микроорганизмов Умеет: выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологически свойствами.	Оценка за контрольную работу №1 (5-ый семестр) Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)  Оценка за экзамен (5-ый семестр)
Раздел 4. Экология микроорганизмов	Знает: роль микроорганизмов в природе, основы селекции микроорганизмов Умеет: определить микробные компоненты биоценоза; осуществить	Оценка за контрольную работу №3 (5-ый семестр) Оценка за лабораторный практикум (5-ый семестр)  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 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 микробиология»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы биокинетики»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**



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** (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 биокинетики»** относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин 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.

Дисциплина **«Основы биокинетики»** 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 **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов,	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного

	<p>клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;</p> <p>– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</p>		<p>как объектов биотехнологии;</p> <p>– основные структуры и пространственная организация живой клетки;</p> <p>– базовые уровни организации и свойства живых систем;</p> <p>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</p> <p>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</p> <p>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ –</p>	<p>опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>основных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</p>	<p>НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и</p>
		<p>ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической</p>	<p>ПК-6.1. Знает:</p> <p>– основы термодинамики и кинетики функционирования живых систем на клеточном и популяционном уровне, принципы описания их роста и биосинтеза продуктов;</p> <p>– принципы математического описания, основные подходы и методы математического моделирования</p>	

		<p>обработки экспериментальных данных.</p>	<p>биологических объектов, систем и процессов.</p>	<p>технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий</p>
			<p>ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ.</p>	

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, ингибировании 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

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,78</b>	<b>28</b>	<b>21</b>
Контактная самостоятельная работа	0,78	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		27,6	20,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет 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 практ. подг.	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Практич еские занятия	в т.ч. в форме практ. подг.	Лаборат орные занятия	в т.ч. в форме практ. подг.	Самостоя тельная работа
	Введение.	2	0	1	0	0	0	0	0	1
1	Раздел 1. Ферментативная кинетика и катализ.	34	0	9	0	16	0	0	0	9
2	Раздел 2. Методы ферментативной кинетики.	37	0	12	0	16	0	0	0	9
3	Раздел 3. Кинетика роста популяций.	35	0	10	0	16	0	0	0	9
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28</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 (pH, 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	кинетические 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><i>Уметь:</i></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><i>Владеть</i></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			+	
22	методами определения основных кинетических параметров роста численности популяции в случаях лимитирования/ингибирования роста			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u></b>					
23	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
24	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: растений и животных в природе и значение для практики; основ биотехнологии; пространственная организация живой клетки; функции и свойства живых систем; классификации и таксономического описания живых объектов биотехнологии; физиологические процессы и пути их регулирования; механизмы передачи генетической информации; базовые структуры и функционирования генома; наследственности и изменчивости живых организмов, их основных объектов биотехнологии;	+	+	+

		– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.			
25	ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.	ПК-6.1. Знает: – основы термодинамики и кинетики функционирования живых систем на клеточном и популяционном уровне, принципы описания их роста и биосинтеза продуктов; – принципы математического описания, основные подходы и методы математического моделирования биологических объектов, систем и процессов.	+	+	+
		ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ.	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	Раздел	Темы практических (семинарских) занятий	часы
1	1	Молекулярные механизмы ферментативного катализа	5
2	1	Вывод дифференциальной формы уравнения Михаэлиса-Ментен. Уравнение Бригса-Холдейна	5
3	1	Вывод уравнения и особенности нахождения каталитических констант в случаях обратимой изомеризации фермента в неактивную форму, ингибирования субстратом, активации фермента.	6
4	2	Интегральная форма уравнения Михаэлиса-Ментен. Особенности ее графической интерпретации в случае ингибирования продуктом.	8
5	2	Стационарная и нестационарная кинетика	8
6	3	Кинетические особенности роста микробных популяций. Определение основных параметров роста микробных популяций.	5
7	3	Ингибирование и активация роста микроорганизмов.	5
8	3	Определение механизма ингибирования из вида кинетической кривой роста культуры микроорганизмов.	6

### 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 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 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)-метиласпартатом. 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>

**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> , 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  $[S]_{\text{конечн}} = f([S]_0)$ .

**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 (рН, 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. определение 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] <sub>0</sub> , моль/л	r <sub>0</sub> , 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]<sub>конечн</sub> = f([S]<sub>0</sub>).

Задача 6.

Реакция восстановления пирувата катализируемая лактатдегидрогеназой ингибируется высокими концентрациями субстрата. Найдите все кинетические параметры процесса если известно, что [E]<sub>0</sub>=2,0\*10<sup>-5</sup> ммоль/л.

[S] <sub>0</sub> *10 <sup>4</sup> , 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 <sub>0</sub> *10 <sup>6</sup> , 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] <sub>0</sub> , моль/л	2,0*10 <sup>-5</sup>	2,8*10 <sup>-5</sup>	3,9*10 <sup>-5</sup>	5,1*10 <sup>-5</sup>	10,2*10 <sup>-5</sup>
[S] <sub>конечн</sub> , моль/л	0,2*10 <sup>-5</sup>	1,0*10 <sup>-5</sup>	2,1*10 <sup>-5</sup>	3,3*10 <sup>-5</sup>	8,4*10 <sup>-5</sup>
r <sub>0</sub> , моль/л*с	3,15*10 <sup>-6</sup>	3,70*10 <sup>-6</sup>	4,10*10 <sup>-6</sup>	4,39*10 <sup>-6</sup>	4,92*10 <sup>-6</sup>

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
$k_{\text{кат}}, 1/\text{с}$	$0,32 \cdot 10^{-2}$	$0,96 \cdot 10^{-2}$	$1,92 \cdot 10^{-2}$	$2,44 \cdot 10^{-2}$	$3,06 \cdot 10^{-2}$	$2,88 \cdot 10^{-2}$
$K_M, \text{моль/л}$	$7,00 \cdot 10^{-3}$	$6,70 \cdot 10^{-3}$	$5,60 \cdot 10^{-3}$	$3,45 \cdot 10^{-3}$	$2,24 \cdot 10^{-3}$	$2,28 \cdot 10^{-3}$

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

#### 8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (7-й семестр).

*Зачет с оценкой* по дисциплине «*Основы биокинетики*» 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.

Пример билета для зачета с оценкой.

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии, _____ 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>Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология</b>	
	<b>Дисциплина «Основы биокинетики»</b>	
<b>Билет № 1</b>		
<p>1. Строение и классификация ферментов.</p> <p>2. Влияние ингибитора на рост численности популяции (двустадийная схема - основные принципы, вывод и анализ уравнения).</p> <p>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 <math>[E]_0 = 1 \cdot 10^{-5}</math> моль/л.</p>		
$[S]_0, \text{моль/л}$	$r_0, \text{моль/л} \cdot \text{мин}$	
	$[I] = 0$	$[I] = 5 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$
	$0,5 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$
	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$40,0 \cdot 10^{-3}$
$25,0 \cdot 10^{-4}$	$150,0 \cdot 10^{-3}$	$120,0 \cdot 10^{-3}$

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

## а) Основная литература

1. Н.А.Суясов и др. Основы биокинетики. Сборник примеров и задач. – М.:Издательский центр РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010. – 114 с.
2. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. – М.: Изд-во "Элевар", 2000 г.– 512 с.

## б) Дополнительная литература

1. Гамаюрова, В. С. Ферменты : учебное пособие / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. — Казань : КНИТУ, 2010. — 278 с. — ISBN 978-5-7882-0830-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13347> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 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 01.01.2022 составляет 1718785 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, 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**

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 оргanelл 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	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.	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. Умеет: определять кинетические параметры ферментативных реакций, используя различные типы	Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр) Оценка за домашнюю работу № 1. Оценка за зачет (7-ой семестр).

	<p>графического анализа ферментативных процессов; определять тип ингибирования 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, ингибирования субстратом/продуктом, необратимой инактивации фермента.</p> <p>Владеет: методами графического анализа экспериментальных данных.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр) Оценка за зачет (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 популяции в случаях лимитирования/ингибирования роста.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр) Оценка за зачет (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;

– 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 биокинетики»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы биохимии и молекулярной биологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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** (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 биохимии и молекулярной биологии»** относится к вариативной части обязательных 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** - 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:**

- 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 направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов

	<p>нанобиотехнологий.          Объекты профессиональной деятельности:          – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;          – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;          – установки и оборудование для проведения</p>		<p>физиологические процессы и пути их регулирования;          – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;          – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;          – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</p> <p>ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи биохимических и генетических процессов в живой клетке.</p>	<p>по подготовке бакалавров и магистров.          Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>биотехнологических процессов.</p>	<p>ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i>, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p>	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;</li> <li>– основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</li> <li>– основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</li> <li>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</li> </ul>	<p>шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).  <i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий»</i>, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.          Обобщенная трудовая функция:          А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.          А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p>
--	--------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



		<p>ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p>	<p>ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.</p> <p>ПК-5.2. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.</p> <p>ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик</p>	
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;
- основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот;
- понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов;
- обмен веществ и энергии в клетке;
- основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах;
- строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;
- молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации;
- молекулярный инструментарий генной инженерии;
- 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		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5,0</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,44</b>	<b>160</b>	<b>120</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0,22</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
Лекции	0,88	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0

Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,56</b>	<b>20</b>	<b>15</b>
Контактная самостоятельная работа	0,56	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		19,6	14,7
<b>Вид контроля:</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	Акад. часов					
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1</b>	<b>Энзимология</b>	<b>101</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>52</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
1.1	Основы ферментативного катализа, кинетика ферментативных реакций, свойства ферментов, прикладная энзимология.	51	6	12	26	2	5
1.2	Классы ферментов: номенклатура, деление на подклассы, примеры реакций, кофакторы, механизмы.	50	6	12	26	1	5
<b>Раздел 2</b>	<b>Метаболизм</b>	<b>49</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
2.1	Понятия анаболизма, катаболизма и амфиболизма.	5	1	2	0	0	2
2.2	Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.	17	2	4	6	3	2
2.3	Метаболизм аминокислот.	8	2	4	0	0	2
2.4	Метаболизм нуклеотидов.	4	1	2	0	0	1
2.5	Метаболизм жирных кислот и липидов.	7	2	4	0	0	1
2.6	Взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма, регуляция биохимических путей.	8	2	4	0	0	2
<b>Раздел 3</b>	<b>Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации</b>	<b>48</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>10</b>

3.1	Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов.	4	1	2	0	0	1
3.2	Репликация ДНК.	4	1	2	0	0	1
3.3	Репарация ДНК.	4	1	2	0	0	1
3.4	Рекомбинация ДНК.	4	1	2	0	0	1
3.5	Транскрипция.	7	2	4	0	0	1
3.6	Трансляция.	7	2	4	0	0	1
3.7	Понятие гена в молекулярно биологических терминах.	5	1	2	0	0	2
3.8	Понятие о генетической инженерии.	13	1	2	6	2	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>8</b>	<b>20</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  $NAD^+$ , 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-СoA в цикле Кребса и энергетический баланс процесса.

Окисление  $NADH$  и  $FADH_2$  в дыхательной цепи. Сопряжение синтеза АТФ с переносом электронов и протонов от  $NADH$  и  $FADH_2$  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.  $C_3$  и  $C_4$  растения. Особенности фотосинтеза у  $C_4$  растений.

**Биосинтез углеводов.** Глюконеогенез. Биосинтез полисахаридов. Образование крахмала, гликогена.

**2.3. Метаболизм аминокислот.** Катаболизм аминокислот. Деаминация, 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-CoA синтетаза. Механизм  $\beta$ -окисления насыщенных жирных кислот с четным числом углеродных атомов. Особенности окисления жирных кислот с нечетным числом атомов углерода. Суммарное уравнение  $\beta$ -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 – cAMP. cAMP – 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>Знать:</b>				
1	биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц		+	+
2	основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот		+	
3	понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов	+		
4	обмен веществ и энергии в клетке		+	
5	основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах		+	
6	строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов			+
7	молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации			+
8	молекулярный инструментарий генной инженерии			+
9	генетические основы эволюции			+
<b>Уметь:</b>				
10	определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса		+	
11	анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке		+	+
12	осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения	+		
13	анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию		+	
14	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ	+	+	+
<b>Владеть:</b>				
15	методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов	+		
16	методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ	+		
17	методами планирования, проведения и обработки экспериментов	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u></b>				

	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
18	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>– роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии;</li> <li>– основные структуры и пространственная организация живой клетки;</li> <li>– базовые уровни организации и свойства живых систем;</li> <li>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</li> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</li> </ul>	+	+	+
		ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи биохимических и генетических процессов в живой клетке.	+	+	+
19	ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;</li> <li>– основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику</li> </ul>	+	+	+

		<p>методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</li> <li>– основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</li> <li>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</li> </ul>			
20	<p>ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p>	<p>ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.</p>	+	+	+
		<p>ПК-5.2. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.</p>	+	+	+
		<p>ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик</p>	+	+	+

## 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.	12
2*	1.2	Классы ферментов: номенклатура, деление на подклассы, примеры реакций, кофакторы, механизмы.	12
3	2.1	Понятия анаболизма, катаболизма и амфиболизма.	2
4	2.2	Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов.	4
5	2.3,	Метаболизм аминокислот.	4
6	2.4	Метаболизм нуклеотидов.	2
7	2.5	Метаболизм жирных кислот и липидов.	4
8*	2.6	Взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма, регуляция биохимических путей.	4
9	3.1	Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов.	2
10	3.2, 3.3, 3.4	Процессы хранения, восстановления и передачи по наследству генетической информации: репликация, репарация, рекомбинация.	6
11	3.5, 3.6, 3.7	Процесс реализации генетической информации: транскрипция, трансляция, понятие гена и регуляция экспрессии генов.	10
12*	3.8	Понятие о генетической инженерии.	2
<b>ВСЕГО</b>			<b>64</b>

\*Промежуточный контроль

### 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 10 баллов (максимально по 1 балл 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.	8
2	1	Методы определения и расчета активности ферментов (общей, удельной и молекулярной).	8

3	1	Изучение ферментов класса гидролаз. Гидролиз казеина трипсином.	8
4	1	Влияние концентрации фермента, концентрации субстрата на скорость реакции. Определение кинетических констант ферментативной реакции.	6
5	1	Влияние температуры на скорость ферментативной реакции.	4
6	1	Влияние pH на скорость ферментативной реакции.	4
7	1	Влияние активаторов и ингибиторов на активность амилазы.	6
8	1	Изучение специфичности действия различных ферментов.	8
9	2	Молочнокислое и спиртовое брожение у микроорганизмов.	6
10	3	Выделение и электрофоретический анализ плазмидной ДНК из клеток бактерий.	6
		<b>ВСЕГО</b>	<b>64</b>

## 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 50 баллов), лабораторного практикума (10 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 50 баллов и составляет по 20 баллов за первую и вторую работу, 10 баллов за третью.

**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 pH (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 4 балла за вопросы 1-2 и 2 балла 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



Постройте комплементарную ей, запишите в координатах (5а3) 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-й 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-СоА синтетазы. 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 дезаминирования, 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, п-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.

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

### 8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (5-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине *«Основы биохимии и молекулярной биологии»* проводится в 5-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.

Пример билета для зачета с оценкой

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии  _____ В.И. Панфилов  «__» _____ 20__ г.	<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» Профиль – «Биотехнология»</b>
	<b>Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии»</b>
<b>Билет № 1</b>	
1. Оксидоредуктазы – дегидрогеназы (номенклатура, примеры, строение, коферменты, механизм действия ЛДГ).	
2. Гликолиз.	
3. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК: особенности строения и пространственной структуры.	

## 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.

#### Б. Дополнительная литература

1. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.

2. Энзимология: Лабораторный практикум по биохимии и молекулярной биологии [Текст]: рекомендовано методсоветом ВУЗа / А. В. Белодед, Н. В. Хабибулина, Н. Г. Луценко 2019. - 88 с.

3. Луценко Н.Г. Начала биохимии. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 254 с.

4. Кольман, Я. Наглядная биохимия : справочник / Я. Кольман, К. -. Рём ; перевод с английского Т. П. Мосоловой. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 514 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121226> (дата обращения: 30.04.2022).

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

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)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет

- 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 рабочей 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 01.01.2022 составляет 1718785 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), 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

#### 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Энзимология	<p><i>Знает:</i> 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> осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i> методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов;</p>	Оценка за промежуточный рейтинговый контроль (контрольная работа № 1). Оценка за экзамен.

		<p>методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ;</p> <p>методами планирования, проведения и обработки экспериментов;</p> <p>правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.</p>	
Раздел <b>Метаболизм</b>	2.	<p><i>Знает:</i></p> <p>биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;</p> <p>основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот;</p> <p>обмен веществ и энергии в клетке;</p> <p>основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;</p> <p>анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке;</p> <p>анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию;</p> <p>проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>методами планирования, проведения и обработки экспериментов;</p> <p>правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.</p>	Оценка за промежуточный рейтинговый контроль (контрольная работа № 2). Оценка за экзамен.
Раздел <b>Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации</b>	3.	<p><i>Знает:</i></p> <p>биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц;</p> <p>строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;</p> <p>молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации;</p> <p>молекулярный инструментарий генной инженерии;</p>	Оценка за промежуточный рейтинговый контроль (контрольная работа № 3). Оценка за экзамен.

	<p>генетические основы эволюции.</p> <p><i>Умеет:</i> анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p><i>Владеет:</i> методами планирования, проведения и обработки экспериментов; 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 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 биохимии и молекулярной биологии»**  
**основной образовательной программы**  
 19.03.01 «Биотехнология»  
 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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**



Программа составлена д.т.н., доцентом кафедры биотехнологии С.В. Калёновым.

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 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.

**Цель дисциплины** - 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** 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 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	УК-2.5. Умеет определять способ решения конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и граничных условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить	ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в
			ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение,	

<p>более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.</p>	<p>– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности</p>	<p>сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.</p>	<p>выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях. ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.</p>	<p>которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</li> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</li> </ul>			<p>НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>			<p>биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>производстве лекарственных средств.  A/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.  A/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.  <i>Профессиональный стандарт</i>  «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий»,  утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н.  Обобщенная трудовая функция:  В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья</p>
--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>биотехнологическим методом.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.</p>
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>Область профессиональной деятельности:</p> <p>– получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений,</p>	<p>ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать</p>	<p>ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в</p>



	<p>продуктов их биосинтеза и биотрансформации;</p> <p>– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</p>	<p>простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.</p>	<p>результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ.</p>	<p>которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция</p>
--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Знать:*

- подходы к проектированию биотехнологических производств;
- основное оборудование и методы его расчета, критерии выбора и оценки эффективности работы оборудования, теоретические основы процессов;
- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- способы подготовки оборудования и компонентов сырья для ведения технологического процесса;
- экономические критерии оптимизации производства;
- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах;
- модели различных типов биореакторов, их гидродинамические, массообменные характеристики;
- методы и режимы культивирования;
- аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем;

*Уметь:*

- разрабатывать технологическую схему биотехнологического процесса;
- проводить расчет материальных и энергетических балансов;
- выбрать и скомпоновать оборудование для конкретного производства;
- провести оценку эффективности используемого оборудования;
- составлять технико-экономическое обоснование проекта в соответствии со стандартами;
- регулировать биотехнологический процесс до достижения оптимального состояния по критериям эффективности;
- 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.

*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.

### 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>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>36</b>
Контактная самостоятельная работа	1,33	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		47,6	35,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов				
		всего	лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Введение</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Основы проектирования предприятий биотехнологического профиля</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Теоретические основы: материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза, тепло-массообменные процессы стадии ферментации</b>	<b>31</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>9</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>35</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Раздел 4. Классификация, выбор и расчет основного ферментационного оборудования</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>Раздел 5. Типовые технологические схемы, вопросы реализации</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
5.1	Анализ типовых технологических схем, моделирование, масштабирование биотехнологических процессов	10	2	5	0	3
5.2	Расчет и аппаратурное оформление дополнительных стадий, процессов разделения многокомпонентных систем	10	2	5	0	3
5.3	Критерии оптимизации биотехнологических процессов	10	2	5	0	3

5.4	Методы и приборы для анализа и контроля биотехнологических процессов, современные программные средства организации производственного процесса	10	2	5	0	3
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>48</b>

## 4.2. 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, дозировки 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.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел				
		1	2	3	4	5
	<b><i>Знать:</i></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><i>Уметь:</i></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>Владеть</b>							
20	методами расчета основных стадий технологической схемы, биотехнологического процесса	+	+	+	+	+		
21	методами очистки и стерилизации воздуха, и питательных сред			+				
22	методами расчета основных массообменных характеристик биотехнологического оборудования		+	+	+			
23	методами расчета основных процессов разделения многокомпонентных систем			+				+
24	методами оценки эффективности биотехнологического процесса		+					+
25	основными базами данных и программными оболочками для организации производственного процесса							+
26	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции	+						+
27	методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства	+						+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>универсальные компетенции и индикаторы их достижения:</b>								
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>						
28	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	УК-2.5. Умеет определять способ решения конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и граничных условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b>								
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>						
29	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в	ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.	+	+	+	+	+	+
		ПК-1.4. Умеет провести асептические	+	+	+	+	+	

	<p>производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.</p>	<p>ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.</p>					
		<p>ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.</p>	+	+	+	+	+
30	<p>ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.</p>	<p>ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ.</p>	+	+	+	+	+

## 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	Составление технико-экономического обоснования проекта.	2
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).	2
3	2	Расчет материального и энергетического баланса процесса биосинтеза.	8
4	2	Расчет тепло-массообменных характеристик ферментера.	8
5	3	Аргументация выбора схемы стерилизации потоков. Примеры расчета по теме стерилизации.	8
6	3	Виды перемешивания, оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи для различных типов аппаратов.	8
7	4	Критерии выбора ферментера. Конструктивные особенности, чертежи общего вида.	4
8	4	Моделирование ферментеров.	4
9	5	Масштабирование и оптимизация биотехнологических схем и процессов.	5
10	5	Расчет и аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем, выделение продуктов синтеза.	5
11	5	Экономические критерии оптимизации производства.	5
12	5	Основные базы данных и программные оболочки для организации производственного процесса, контроль и автоматизация ферментационных процессов.	5

### 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 деятельности:

- 1) регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 2) подготовку к практическим занятиям в форме коллоквиума с использованием кейс-технологий;

- 3) выполнение индивидуального контрольного задания;
- 4) 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:*

- объединение студентов в группы по 2-3 человека, обсуждение и выбор темы;
- анализ современного состояния дел в рассматриваемой области на основе иностранных и отечественных публикаций;
- работа в группе по созданию связанного обзора рассматриваемой темы из отобранных публикаций (не менее 1-ой публикации на студента);
- 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.

## **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 (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<sub>2</sub>/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<sub>2</sub>/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**

1. Расчет поверхности теплообмена в ферментерах.
2. Методы и критерии сравнения ферментеров различных конструкций и размеров.
3. Технологический расчет ферментеров II группы.

#### **Вопрос 3.2.**

1. 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 (6-й семестр – зачет с оценкой).**



Билет для зачета с оценкой 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 (6 семестр) – 40 баллов.

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

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой 6-ой семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств*» проводится в 6-м 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» 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 «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p>	
<p>1. Подходы к разработке технологических схем микробиологических производств. 2. 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. Номер методички: 3586 | Свитцов А.А. Основное ферментационное оборудование микробиологических производств [Текст]: Учебное пособие / А.А. Свитцов, 1987. - 41 с  
Электронная копия доступна только в компьютерном и читальных залах ИБЦ.

### **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. Кафаров В.В., Винаров А.Ю., Гордеев Л.С. Моделирование биохимических реакторов. – М., 1979.

3. Градова Н.Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств [Текст]: Учебное пособие / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов, 2010. - 135 с. / 149 экз.

4. Бурова, Т. Е. Экологическая биотехнология: учеб. пособие / Т. Е. Бурова, О. Б. Иванченко - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2018. - 176 с. - ISBN 978-5-98879-204-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785988792048.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа: по подписке.

### **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 по некоторым разделам дисциплины;
- 2) банк заданий для рейтингового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- 3) 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 01.01.2022 составляет 1718785 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 проектирования и оборудование биотехнологических производств»* 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	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 о правилах организации производства.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)</p>
Раздел 2. Теоретические основы: материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза,	<p>Знает: биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах, порядок</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p>

тепло-массообменные процессы стадии ферментации.	составления материального и энергетического баланса биосинтеза. Умеет: проводить расчет материальных и энергетических балансов. Владеет: методами расчета основных стадий технологической схемы, биотехнологического процесса.	Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)
Раздел 3. Практика проведения биотехнологических процессов: стерилизация технологических потоков, аэрирование и перемешивание ферментационной среды, пенообразование и пеногашение в процессе культивирования.	Знает: способы подготовки оборудования и компонентов сырья для ведения технологического процесса. Умеет: производить расчет массообменных характеристик. Владеет: методами расчета основных массообменных характеристик биотехнологического оборудования, методами очистки и стерилизации воздуха, и питательных сред.	Оценка за контрольную работу №2 (7-ой семестр)  Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)
Раздел 4. Классификация, выбор и расчет основного ферментационного оборудования	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, методы и режимы культивирования. Умеет: регулировать биотехнологический процесс до достижения оптимального состояния по критериям эффективности. Владеет: методами определения величины коэффициента массопередачи, оценочным моделированием ферментеров.	Оценка за контрольную работу №3 (7-ой семестр)  Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)
Раздел 5. Типовые технологические схемы, вопросы реализации.	Знает: аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем, экономические критерии оптимизации производства. Умеет: выбрать и скомпоновать оборудование для конкретного производства, провести оценку эффективности используемого оборудования, рассчитывать основные процессы разделения многокомпонентных систем,	Оценка за контрольную работу №3 (7-ой семестр)  Оценка за зачет с оценкой (7-ой семестр)

	<p>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 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 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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ ЭНЗИМОЛОГИИ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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** (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 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.

**Задачи дисциплины** – 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 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов,	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного

	<p>клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий.</li> </ul> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</li> <li>– установки и оборудование для проведения</li> </ul>		<p>как объектов биотехнологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные структуры и пространственная организация живой клетки;</li> <li>– базовые уровни организации и свойства живых систем;</li> <li>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</li> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых</li> </ul>	<p>опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	биотехнологических процессов.		<p>организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</p>	<p>бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p>
		<p>ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i>, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p>	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <p>– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;</p> <p>– основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методы создания, оценки и отбора</p>	<p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p>

			<p>перспективных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</p> <p>– основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</p> <p>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</p>	<p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий</p>
		<p>ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-</p>	<p>ПК-5.2. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических</p>	

		<p>аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p>	<p>превращений по заданной методике.</p> <p>ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.</p>	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--



В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- фундаментальную роль ферментов в обмене веществ и энергии, молекулярных механизмах наследственности, регуляции и интеграции метаболических процессов в живых организмах;
- строение ферментов;
- простые и сложные ферменты;
- механизм ферментативной реакции;
- кинетика ферментативных реакций;
- методы выделения и очистки ферментов;
- основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток;
- регуляция ферментативной активности;
- применение ферментов.

*Уметь:*

- применять приемы номенклатуры ферментов;
- давать характеристику важнейшим из них;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации ферментсодержащего сырья и продукции;
- определять параметры ферментсодержащего сырья и продукции при их сертификации;

*Владеть:*

- приемами и навыками работы с ферментами;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств ферментов;
- методами анализа ферментативной активности;
- методами анализа белков;
- методами планирования, проведения и обработки энзимологических 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>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>
Лекции	0,89	32	24
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>0,22</b>	<b>8,0</b>	<b>6</b>
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы 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.	Практ. занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самосто ятельная работа
	Введение. Основные понятия энзимологии: фермент, кофермент, субстрат, ингибитор, активатор, активный центр.	6	0	2	0	2	0	0	0	2
1	Модуль 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Активные центры ферментов.	22	0	10	0	10	0	0	0	2
2	Модуль 2. Основные принципы выделения и очистки ферментов.	22	0	10	0	10	0	0	0	2
3	Модуль 3. Исследование каталитических свойств ферментов.	22	0	10	0	10	0	0	0	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Основные понятия энзимологии: фермент, кофермент, субстрат, ингибитор, активатор, активный центр, простетические группы и кофакторы. Отличие ферментов от небиологических 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.

**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><i>Знать:</i></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.			+
	<b><i>Уметь:</i></b>			
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;	+	+	
	<b><i>Владеть</i></b>			
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 <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</u>					
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
19	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;	+	+	+

		– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.			
20	ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;</li> <li>– основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</li> <li>– основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</li> <li>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</li> </ul>	+	+	+
21	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических,	ПК-5.2. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике.	+	+	+

<p>биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p>	<p>ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.</p>	<p>+</p>	<p>+</p>	<p>+</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	----------	----------

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

Модуль	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	Основные понятия энзимологии	3
1	Строение белков. Активный центр.	4
1	Выбор оптимальных методов идентификации аминокислот.	3
2	Использование индивидуальных органических растворителей в качестве осадителей и средств очистки фермента	2
2	Основные методы определения ферментативной активности. Недостатки кинетического метода	2
2	Кислотно-основной катализ ферментами. Отличия от неорганического	2
2	Нуклеофильный катализ ферментами	2
2	Основные схемы катализа ферментами. В чем отличия.	2
3	Преимущества и недостатки при исследовании ферментов методами адсорбционной спектроскопии	1
3	Сравнительный анализ природных и синтетических субстратов, используемых для определения ферментативной активности	1
3	Сравнительный анализ методов применения ИК, ЯМР и спектров КР в исследование свойств ферментов	2
3	Расчет термоинактивации ферментов используя спектры КР и УФ.	2
3	Эмпирические правила адсорбционной спектроскопии белков	2
3	Адресная доставка ферментов.	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:

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 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 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)*

Что представляют собой ферменты?

Для чего нужны ферменты?

Являются ли ферменты белками?

Как влияют ферменты на окружающую среду?

Как проверяют ферменты на активность?

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:*

- охарактеризовать физико-химический состав используемого сырья при получении ферментов;
- предложить наиболее приемлемый способ выделения ферментов;
- охарактеризовать химические, биохимические, физические свойства фермента;
- охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта;
- на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки метода: условия хранения; количество активатора; условия очистки;
- 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:*

- проанализировать и кратко охарактеризовать существующие методы выделения ферментов;
- проанализировать физико-химический состав предложенного в задании фермента;
- на основе проведенного анализа обосновать наиболее приемлемый метод выделения фермента;
- 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*

2. используя литературные данные и интернет найти сведения о выпуске и производстве, предложенного в задании
3. проанализировать получение препаратов, предложенного в задании.
4. Проработать по учебной литературе и лекции теоретический материал по способам получения ферментов медицинского назначения

*Задание 1.* Предложить схему получения иммобилизованных полиферментов на основе биодegradуемых носителей

**К практическому занятию по теме:** «Методы исследования ферментов».

*Порядок выполнения задания:*

1. дать характеристику методам определения активности ферментов;
2. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при иммобилизации;
3. на основе иммобилизованного трипсина рассказать, как влияет иммобилизация на ферментативную активность при хранении;
4. 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 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.

**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 нанолечеств.

*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 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 20 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.
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.

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

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета (8-й семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*Основы энзимологии*» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой

<p>«<i>Утверждаю</i>» Зав. кафедрой биотехнологии, В.И. Панфилов</p> <hr/> <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 «Основы 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. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера.-М.: БИНОМ, 2015.-Т.1-3.

### **Б. Дополнительная литература**

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.

Луценко Н.Г., Калёнов 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.

Белодед А.В., Луценко Н.Г., Панфилов В.И. Химия биологически активных соединений. Практикум: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 88 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:

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 01.01.2022 составляет 1718785 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	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; Умеет: определять количество белка в пробе, определять ферментативные активности, определять количество активных центров в молекуле фермента; Владеет: методами работы с ферментами; методами определения ферментативной активности; методами определения количества активных центров в молекуле фермента.	Оценка за контрольную работу №1 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр)
Раздел 2. Основные принципы выделения и очистки ферментов.	Знает: основы химии белка Владеет: методами работы с ферментами; методами определения ферментативной активности; методами определения количества активных центров в молекуле фермента.	Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр) Оценка за зачет (8 семестр)
Раздел 3. Исследование каталитических	Знает: Спектроскопические методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Флуоресцентная	Оценка за контрольную работу №3 (8 семестр)

свойств ферментов.	спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм. Умеет: Владеет: методами определения ферментативной активности, методами работы с ферментами;	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 – 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 энзимологии»**

**основной образовательной программы  
19.03.01 «Биотехнология»  
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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Пищевая биотехнология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 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** - научить студентов основам технологических процессов производства пищевой продукции с использованием микроорганизмов, ферментных препаратов, а также добавок пищевых и биологически активных веществ;

**Задачами дисциплины** 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации,	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.

<p>производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.</p>	<p>микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической</p>	<p>биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.</p>	<p>ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе</p>	<p>Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым</p>
			<p>ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.</p>	

<p>безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для использования используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</li> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</li> </ul>		<p>ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях</p>	<p>уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i></p>
		<p>ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом</p>	<p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция</p>
		<p>ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль</p>	<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции</p>

	<p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>	<p>биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.</p>	<p>ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства</p> <hr/> <p>ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.</p>	<p>биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



				<p>А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p>
--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>«Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.</p>
--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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;
- 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 пищевого назначения;
- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;
- методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения;

*Уметь:*

- 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.

### 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>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>
Лекции	0,89	32	24
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>0,22</b>	<b>8,0</b>	<b>6</b>
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
<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 форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Практиче ские занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Лабора торные работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Самостоя тельная работа
	Введение	8	0	4	0	4	0	0	0	0
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности.</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Пищевая биотехнология продуктов из сырья животного и растительного происхождения.</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Новые формы белковой пищи.</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

## 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>Знать:</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			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b>				

	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
17	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности	+	+	+
		ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе	+	+	+
		ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.	+	+	+
		ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях	+	+	+
		ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом	+	+	+
18	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции	+	+	+
		ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства	+	+	+
		ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического	+	+	+

		контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах			
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--



## 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	Микроорганизмы, используемые в пищевой промышленности.	4
2	1	Хлебопекарные дрожжи и их экспертиза.	4
3	1	Пищевые добавки, получаемые биотехнологическим путем (подкислители, усилители вкуса, ароматизаторы, красители, загустители и др.).	4
4	2	Бродильные производства. Пивоварение.	4
5	2	Особенности производства различных спиртосодержащих продуктов.	2
6	2	Хлебопечение	2
7	3	Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками.	4
8	3	Комбинированные пищевые продукты.	2
9	3	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 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* (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.

#### **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 сыра.

В-5. Комбинированные пищевые продукты. Конструирование.

В-6. Микробиологический контроль продовольственного сыра.

В-7. Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками.

### **8.2. 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 три вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Какие микроорганизмы используются в производстве алкогольных напитков?

Пивоварение как биотехнологический процесс. Перспективы развития пивоварения.

Основные требования к микроорганизмам, используемым при получении спиртопродуктов.

Перечислите основное сырье и стадии процесса производства этанола.

Биотехнологические процессы в хлебопечении.

«Картофельная болезнь» хлеба и меры борьбы с ней.

Какие биотехнологические процессы используются для получения консервированных плодов и овощей.

Расскажите о преимуществах ферментативного способа переработки крахмала.

Ферментированные продукты из сои. Краткая характеристика

Особенности технологии получения сахара из сахарной свеклы.

Особенности технологии получения сахара из сахарного тростника.

Биотехнологические процессы в получении соевого соуса.

В чем сущность процесса сатурации?

Перечислите перспективные направления развития пищевой биотехнологии.

Требования к сырью, предъявляемые при получении крахмала.

Технология получения спирта из молочной сыворотки.

Особенности технологии получения сахара-рафинада.

Процесс сульфитации. Что это такое?

Источники крахмала.

Основные потребители крахмала.

Основные направления применения крахмала.

Основные направления применения модифицированных крахмалов.

Варианты модификации крахмала.

Варианты использования крахмальной патоки в биотехнологии.

Технология получения рисового крахмала. Особенности.

Характеристика муки для хлебопекарного производства.

Глютен и клейковина – дайте определения.

Что такое целиакия?

Основные ферменты и ферментные препараты, используемые в хлебопечении.

Проблема утилизации пивной дробины.

Варианты использования пивной дробины в биотехнологических процессах.

Варианты использования пивной дробины в пищевой промышленности.

Отходы, возникающие при производстве сахара из сахарной свеклы. Предложите варианты использования их в биотехнологических процессах.

Отходы, возникающие при производстве сахара из сахарного тростника, и варианты использования их в биотехнологических процессах.

Предложите варианты использования отходов, возникающих при получении крахмала из риса.

Предложите варианты использования отходов, возникающих при получении крахмала из клубней картофеля.

Особенности технологии получения крахмала из кукурузы.

Отходы, возникающие при получении крахмала из кукурузы, и варианты их применения в биотехнологических процессах.

Особенности технологии ферментированных продуктов из сои.

Варианты комплексной переработки клубней топинамбура.

Современные технологии получения фруктозных сиропов.

Современные технологии получения глюкозо-фруктозных сиропов.

Зачем необходимо модифицировать крахмал?

Хлеб специального назначения. Что это такое? Приведите примеры.

Применение пищевых добавок при хлебопечении.

Какие побочные продукты образуются при получении сахара из сахарной свеклы? Предложите варианты их использования.

Какие побочные продукты образуются при получении крахмала из клубней картофеля? Предложите варианты их использования.

Какие побочные продукты образуются при пивоварении? Предложите варианты их использования.

Какие побочные продукты образуются при получении крахмала из кукурузных зерен? Предложите варианты их использования.

Какие побочные продукты образуются при получении сахара из сахарного тростника? Предложите варианты их использования.

Органические кислоты, полученные микробиологическим синтезом, предпочтительнее использовать в пищевой промышленности, чем кислоты, полученные органическим синтезом. Почему?

Назовите микроорганизмы- продуценты уксусной кислоты.

Приведите уравнение процесса образования уксусной кислоты.

Перечислите товарные формы уксусной кислоты. Отличаются ли технологии получения различных товарных форм?

Особенности культивирования микроорганизмов-продуцентов уксусной кислоты.

Укажите основные культуральные и морфологические признаки основных штаммов-продуцентов уксусной кислоты.

Факторы, влияющие на процесс культивирования уксуснокислых бактерий.

Современный способ промышленного получения уксусной кислоты. Основные отличия от классических вариантов.

Интенсивная технология получения молочного сахара.

Варианты использования молочной сыворотки.

Применение сывороточных концентратов при производстве хлеба и хлебобулочных изделий.

Продукты на основе молочной сыворотки. Заменители цельного молока. Варианты применения.

Основные этапы получения лимонной кислоты. Механизм синтеза лимонной кислоты.

Какие микроорганизмы применяются для получения молочной и уксусной кислот?

Условия культивирования микроорганизмов при производстве молочной кислоты.

Состав питательных сред для промышленного производства уксусной кислоты.

Использование иммобилизованных клеток в производстве уксусной кислоты.

Применение органических кислот в пищевой промышленности.

В чем отличие ферментов от ферментных препаратов?

Что такое «активность ферментного препарата»?

Перечислите основные источники получения ферментов растительного происхождения. Дайте краткую характеристику.

Перечислите основные источники получения ферментов животного происхождения.

Дайте краткую характеристику

Перечислите, какие микроорганизмы применяют для промышленного производства ферментных препаратов.

Какие способы культивирования микроорганизмов используют при производстве ферментных препаратов?

По какому принципу составляется название ферментного препарата микробного происхождения?

Какие ферментные препараты наиболее широко используются в пищевой промышленности?

Области применения амилолитических ферментов.

В каких отраслях пищевой промышленности используются пектолитические ферменты?

Назовите продуценты и область применения целлюлаз.

Что такое иммобилизованные ферменты, в чем их преимущество?

Что такое фитоэстрогены? Что служит источником фитоэстрогенов?

Пробиотики и пребиотики. Дайте определение.

Что такое закваска, как готовят лабораторную и производственную закваски для кисломолочных продуктов ?

Какие бывают формы заквасок и условия их хранения?

Пороки заквасок и варианты их устранения.

Типы кисломолочных продуктов в зависимости от состава микрофлоры заквасок.

Приведите реакции, протекающие в молоке при сквашивании.

Какие микроорганизмы входят в состав заквасок для получения кисломолочных продуктов?

Состав заквасок для получения таких продуктов, как йогурт, сметана, пахта. Основные отличия.

Ассортимент современных бифидопродуктов.

Расскажите о применении ферментов и живых микроорганизмов в сыроделии.

Назовите способы обработки мяса ферментными препаратами. В чем преимущества и недостатки каждого способа?

Современные пищевые добавки. Классификация.

Молочная сыворотка. Состав и использование в биотехнологических процессах.

Технология получения лактозы. Применение лактозы.

Технология получения казеина. Свойства казеина.

Продукты глубокой переработки молока. Сывороточные белки.

Процессы, протекающие при ферментации молока. Микроорганизмы, входящие в состав заквасок.

На каких стадиях производства фруктовых соков применяют ферментные препараты и какие?

Подсластители растительного происхождения.

Современные красители для пищевой промышленности, получаемые методами биотехнологии.

Чем отличаются белковые изоляты, белковые концентраты и белковые продукты?

Целевое назначение белковых концентратов и изолятов.

Виды сырья для получения белковых концентратов.

Основные отличия технологии получения белковых продуктов из различных видов сырья.

Какие способы используют для выделения и очистки белковых концентратов и изолятов?

С какой целью в технологии белковых изолятов используют ферментные препараты?

Какие методы используются в лабораторной практике для выделения белков и их количественного определения?

От каких факторов зависит эффективность выделения белка?

К какой группе белоксодержащих продуктов относятся выделенные из муки злаковых и бобовых культур образцы?

В чем заключается сущность биуретового метода определения концентрации белков?

Каковы преимущества микробного белка перед другими источниками белка?

Требования к продуцентам пищевого белка (дрожжи, бактерии).

Достоинства и недостатки получения белка с помощью дрожжей.

Достоинства и недостатки получения белка с помощью микроскопических грибов.

Достоинства и недостатки получения белка с помощью бактерий.

Достоинства и недостатки получения белка культивированием водорослей.

Основные стадии процесса производства микробных белковых препаратов.

Использование молочной сыворотки в качестве питательной среды при производстве белковых препаратов.

Основные формы использования микробного белка.

Состав питательной среды при промышленном производстве хлебопекарных дрожжей.

Какие способы культивирования используются при производстве хлебопекарных дрожжей?

В чем суть приточного метода?

Отделение биомассы дрожжей от культуральной жидкости. Основные приемы.  
Назовите товарные формы хлебопекарных дрожжей.

По каким показателям проводят экспертизу качества хлебопекарных дрожжей?

Что такое биологическая чистота дрожжей?

Что такое подъемная сила хлебопекарных дрожжей?

Основные направления развития пищевой биотехнологии.

Какая биотехнологическая продукция используется в пищевой промышленности?

Применение пищевых добавок и ингредиентов, полученных биотехнологическим путем.

Антипитательные компоненты белкового сырья.

Грибы как источник пищевого белка.

Новые формы белковой пищи.

Что такое трансгенные продукты? С какой целью создают генетические модифицированные растения?

Функциональные свойства белка.

Основные критерии качества пищевого белка.

Пищевые добавки. Классификация.

Пищевые добавки, получаемые биотехнологическим путем.

Листостебельная биомасса как источник современных красителей.

Коэффициент сладости. Современные подсластители.

Современные усилители вкуса.

Современные красители, получаемые методами биотехнологии.

Регуляторы кислотности, получаемые методами биотехнологии.

Современные ароматизаторы, применяемые при производстве пищевых продуктов.

Современные направления управления качеством продукции. Биологическая безопасность продовольственного сырья.

Комбинированные пищевые продукты.

Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками.

Вторичное сырье как источник получения пищевых веществ.

Основные приемы и методы, используемые при выделении белка из растительного сырья.

Соевый соус как продукт биотехнологического процесса.

Фонд оценочных средств приведен 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 «*Пищевая биотехнология*» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии, _____ В.И. Панфилов  «__» _____ 20__ г.	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология</b>
	<b>Дисциплина «Пищевая биотехнология»</b>

### Билет № 1

1. Перечислите основное сырье и стадии процесса производства этанола.
2. Приведите уравнение процесса образования уксусной кислоты.
3. Вторичное сырье как источник получения пищевых веществ.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 9.1. Рекомендуемая литература.

#### *А) Основная литература:*

1. 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.
2. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. -3-е изд., перераб. и доп. М.: Элевар,2000 . – 512 с.

#### *Б) Дополнительная литература:*

1. Галынкин, В. А. Питательные среды для микробиологического контроля качества лекарственных средств и пищевых продуктов : Справочник / В. А. Галынкин и др. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2019. - ISBN 978-5-903090-01-X. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978590309001X.html> (дата обращения: 04.05.2022). - Режим доступа : по подписке.
2. Гамаюрова, В. С. Ферменты : учебное пособие / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. — Казань : КНИТУ, 2010. — 278 с. — ISBN 978-5-7882-0830-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13347> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Биотехнология [Текст] : В 8-ми книгах: Учебное пособие для вузов / Ред. Н.С. Егоров, Ред. В.Д. Самуилов. Кн.6: Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В. А. Быков [и др.], 1987. - 143 с.
4. Градова Н.Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств [Текст]: Учебное пособие / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов, 2010. - 135 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://muctr.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 01.01.2022 составляет 1718785 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b> <b>Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности.</b></p>	<p><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 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>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр) Оценка за зачет (6 семестр)</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>Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр) Оценка за зачет (6 семестр)</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><i>Раздел 3. Новые формы белковой пищи.</i></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>Оценка за контрольную работу №3 (6 семестр) Оценка за зачет (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 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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Прикладная молекулярная биология»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 **«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** - 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: хранении, 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-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 **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий.	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и

	<p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</li> </ul>		<p>описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</li> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды</li> </ul> <p>ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи биохимических и</p>	<p>усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			генетических процессов в живой клетке.	<i>Профессиональный стандарт</i>
		ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;</li> <li>– основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</li> <li>– основные молекулярные методы геной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</li> </ul>	<p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p>

			– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.	
--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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 генной 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</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,33</b>	<b>12</b>	<b>9</b>
Контактная самостоятельная работа	0,33	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		11,8	8,85
<b>Вид контроля:</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 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>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
1	Раздел 1. Молекулярные основы наследственности.	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
1.1	Природа генетического материала и его функции в клетке	28	0	10	0	16	0	0	0	2
1.2	Мутационный процесс.	10	0	4	0	4	0	0	0	1
1.3	Внехромосомные генетические элементы.	12	0	4	0	8	0	0	0	1
2	Раздел 2. Исследование структуры и функции гена.	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
2.1	Элементы генетического анализа.	17	0	4	0	12	0	0	0	2
2.2	Регуляция экспрессии генов.	20	0	6	0	12	0	0	0	2
3	Раздел 3. Основы генетической инженерии.	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</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. Атенуатор-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.

## 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.		+	+
5	молекулярный инструментарий генной инженерии.			+
<b>Уметь:</b>				
6	определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса.		+	+
7	анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.	+	+	
<b>Владеть</b>				
8	методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ.	+		+
9	приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик.	+	+	
10	правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u></b>				
<b>Код и наименование ПК</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		



	<p>ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.</p>	<p>ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии;</li> <li>– основные структуры и пространственная организация живой клетки;</li> <li>– базовые уровни организации и свойства живых систем;</li> <li>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</li> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды</li> </ul>	+	+	+
		<p>ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи биохимических и генетических процессов в живой клетке.</p>	+	+	+
	<p>ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i>, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p>	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;</li> </ul>	+	+	+

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</li> <li>– основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</li> <li>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</li> </ul>			
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

## 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	Природа генетического материала и его функции в клетке.	9
2	1	Мутационный процесс.	9
3	1	Внехромосомные генетические элементы.	10
4	2	Элементы генетического анализа	6
5	2	Регуляция экспрессии генов.	6
6	2	Методы секвенирования	6
7	2	Посттранскрипционный контроль.	6
8	3	Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.	6
9	3	Прикладные аспекты генетической инженерии.	6

### 6.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы при изучении дисциплины не предусмотрены.

## 7. 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.

## 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 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 аминоксил-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 аминоксил-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. Уилсон, К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер; пер. с англ. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 855 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". (Методы в биологии) - ISBN 978-5-00101-786-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017868.html> (дата обращения: 04.05.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. Эллиот В. Биохимия и молекулярная биология: Пер. с англ.: Учеб. пособие для студ. мед. и фармацевт. спец. мед. вузов / В. Эллиот, Д. Эллиот, 2002. - 446 с.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Биотехнология: В 8-ми книгах: Учебное пособие для вузов / Ред. Н.С. Егоров, Ред. В.Д. Самуилов. Кн.2 : Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов / В.Г. Дебабов, В.А. Лившиц, 1988. - 208 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);
- 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 01.01.2022 составляет 1718785 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 «Прикладная молекулярная биология» 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**

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	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 физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.</p>	Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр)

Раздел 2. Исследования структуры и функции гена.	<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>	Оценка за контрольную работу №1 (6-ой семестр)
Раздел 3. Основы генетической инженерии.	<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>	Оценка за контрольную работу №1 (6-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 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  
«Прикладная молекулярная биология»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теоретические основы биотехнологии»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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** (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 **«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.

**Цель дисциплины** - 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 **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Производственно-технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах,	ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы

<p>микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.</p>	<p>использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий;  – разработка научно-технической документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции;  – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов;  – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;  – обеспечение экологической безопасности</p>	<p>провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.</p>		<p>выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</li> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</li> </ul>			<p>НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция:</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



	<p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>			<p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/03.6 – Производство биотехнических систем.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>А/01.6 – Разработка технологической</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>документации при промышленном производстве лекарственных средств.  А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.  А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.  <i>Профессиональный стандарт</i>  «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий»,  утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н.  Обобщенная трудовая функция:  В. Ведение технологического</p>
--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.</p>
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов,	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки

	<p>вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;</p> <p>– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</p>	<p>живых клетках и их популяциях.</p>	<p>природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии;</p> <p>– основные структуры и пространственная организация живой клетки;</p> <p>– базовые уровни организации и свойства живых систем;</p> <p>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</p> <p>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</p>	<p>на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК)</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.		– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области
		ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и	ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	

		<p>исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p>	<p>ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.</p>	<p>биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий</p>
		<p>ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.</p>	<p>ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ.</p>	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- 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,

*Уметь:*

- 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;

*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>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,56</b>	<b>128</b>	<b>96</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0,22</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
Лекции	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,34	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
Контактная самостоятельная работа	0,44	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		15,6	11,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет 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	Практи- ческие заняти- я	в т.ч. в форме пр. подг	Лабора- торные работы	в т.ч. в форме пр. подг	Самостоя- тельная работа
1	Введение.	3	0	1	0	2	0	0	0	0
2	<b>Кинетика роста микроорганизмов.</b>	45	0	4	0	15	0	21	3	5
3	<b>Основные метаболические процессы в клетках.</b>	47	0	6	0	15	0	21	3	5
4	<b>Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов</b>	49	0	5	0	16	0	22	2	6
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>8</b>	<b>16</b>



## 4.2. 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. Иммунизация клеток микроорганизмов, методы иммунизации, изменение концентрации клеток в иммунизированном 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>.

## 5. 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><i>Уметь:</i></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><i>Владеть</i></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 профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
12	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.	ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	+	+	+
13	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;	+	+	+

		– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.			
14	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	+	+	+
		ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	+	+	+
15	ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.	ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ.	+	+	+

## 6. 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).	5
2	1	Оптимизация производительности периодического реактора. Обработка экспериментальных данных по периодическому культивированию по уравнению Моно.	5
3	1	Обработка экспериментальных данных хемостатного культивирования.	5
4	2	Аллостерические ферменты, модель Жакобо-Моно.	7
5	2	Гликолиз как этап трансформации углеводов субстратов и его энергетическая сущность, пентозофосфатный цикл, взаимосвязь гликолиза и ПФЦ. КГДФ путь.	8
6	3	Направленный синтез аминокислот	4
7	3	Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения.	4
8	3	Общие подходы направленного биосинтеза трикарбоновых кислот (лимонной кислоты), способы управления и реализации процесса.	4
9	3	Направленный синтез липидов через малонил-СоА и липоподобных соединений через изопентилпирофосфат.	4

### 6.2 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 10 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 дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
-------	----------------------	---------------------------------	------

1	1	Рост дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> в аэробных и анаэробных условиях	21
2	2	Влияние ионов металлов на синтез лимонной кислоты	11
3	2	Направленный синтез аминокислот <i>Corynebacterium glutamicum</i>	10
4	3	Биотрансформация фумаровой кислоты в аспарагиновую (или яблочную) клетками <i>E.coli</i> .	11
5	3	Изучение аминолитической активности у гриба <i>A. niger</i>	11

## 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 CORT
- 3) 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 для проведения дискуссии с использованием технологии CORT «Шесть шляп мышления»

**Тема: «Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения.»**

*Синяя шляпа (формулировка обсуждаемых вопросов)*

Что представляют собой первичные метаболиты?

Для чего клетке нужны первичные метаболиты?

Являются ли первичные метаболиты продуктом микробиологического производства?

Можно ли контролировать выход первичных метаболитов?

Как влияют первичные метаболиты на процесс культивирования?

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:*

- охарактеризовать физико-химический состав используемого субстрата;
- предложить наиболее приемлемый способ стерилизации субстрата;
- охарактеризовать морфологические, биохимические, физиологические особенности продуцента;
- охарактеризовать физико-химические свойства конечного продукта производства;
- на основе проведенного анализа предложить оптимальный вариант подготовки посевного материала: условия хранения; количество генераций при размножении посевного материала; условия культивирования посевного материала;
- 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:*

- Описать какие подходы биосинтеза трикарбоновых кислот существуют;
- проанализировать подходы биосинтеза трикарбоновых кислот существуют;
- 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 50 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 10 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 три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 50 баллов и составляет по 20 баллов за 1 и 2 контрольную работу, 10 баллов – за третью.



**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, е.о.п.	0,113	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/л	1	3	5	7	10	12	14	16
m, ч <sup>-1</sup>	0,23	0,38	0,43	0,47	0,49	0,50	0,50	0,50

**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, 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> , г/л	0,263	0,556	1,250	2,143	3,333	4,090
X <sub>ст</sub> , 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 5 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 – зачет с оценкой)**

Билет для зачета с оценкой 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) Аноплеротические 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) Иммунизация 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 *зачет с оценкой* – 40 баллов.

Фонд 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 *«Теоретические основы биотехнологии»* проводится в 7-м семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из двух вопросов, относящихся к указанным разделам.

<p style="text-align: center;"><i>«Утверждаю»</i></p> <p>Зав. кафедрой биотехнологии</p> <p style="text-align: center;">_____ В.И. Панфилов</p> <p style="text-align: center;">«__» _____ 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>Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология</b>
	<b>Дисциплина «Теоретические основы биотехнологии»</b>
<p><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. Безбородов А.М. Биохимические основы микробиологического синтеза. – М.: "Легкая и пищевая промышленность", 1984 – 304 с.

#### Б Дополнительная литература

1. Аткинсон Б. Биохимические реакторы. – М.: "Пищевая промышленность", 1974 – 280 с.
2. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. В 2 частях. – М.: Юрайт, 2022. – 333 с.
3. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств – М., Изд.ДеЛи принт, 2010.

### 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 – 3, (общее число слайдов – 45);
- 2) банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75);
- 3) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии - <https://muotr.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 01.01.2022 составляет 1718785 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 «*Теоретические основы биотехнологии*» проводятся в форме лекций, практических занятий, 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) 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса –	Сублицензионный договор № 90-	3	Действительно до 06.09.2022

	Стандартный Russian Edition.	133ЭА/2021 от 07.09.2021.		
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	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 зачет (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</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет (7-ой семестр)</p>

	<p>нормативные документы при оценке, контроле биотехнологической продукции</p> <p><i>Владеет:</i> методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов</p>	
<p>Раздел 3. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов .</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 контрольную работу №1 (7-ой семестр)</p> <p>Оценка за зачет (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 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  
«Теоретические основы биотехнологии»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Химия биологически активных веществ»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена к.б.н., доцентом кафедры биотехнологии А.В. Белодедом

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им.  
Д.И. Менделеева «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 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 **«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:**

- 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-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 **компетенций и индикаторов их достижения:**

### Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.	ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии:

	<p>документации и технологических регламентов на производство биотехнологической продукции;</p> <p>– эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов;</p> <p>– организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;</p> <p>– обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты,</p>			<p>разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров.</p> <p>Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов.</p> <p>Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>биологически активные вещества;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</li> <li>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</li> <li>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</li> <li>– средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</li> </ul>			<p>квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).  <i>Профессиональный стандарт</i>  «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.  Обобщенная трудовая функция:  А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.  А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	<p>Область профессиональной деятельности:</p> <p>– получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;</p> <p>– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений,</p>	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров.</p>
			ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик.	

	<p>вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</p>		<p>ПК-5.4. Владеет навыками аккуратности, тщательности при подготовке необходимой лабораторной посуды и приборов для проведения экспериментов с биологическими объектами, выполнения аналитических работ, экспериментов, проведения исследований, подготовке и оформлении отчетов, документации.</p>	<p>Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов.</p> <p>Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Микробиолог», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от</p>
--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>31 октября 2014 г. № 865н (отменен с 22.11.2020 приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 08.10.2020 № 714н).</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Техническое обеспечение микробиологических работ.</p> <p>А/01.6 – Подготовка лабораторной посуды и инструментов;</p> <p>А/02.6 – Обеспечение санитарно-гигиенических требований при выполнении микробиологических работ;</p> <p>А/03.6 – Приготовление реактивов и питательных сред для выращивания микроорганизмов.</p> <p>В. Выполнение микробиологических работ.</p> <p>В/01.7 – Отбор проб для проведения микробиологических работ.</p>
--	--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>В/02.7 – Выполнение первичных посевов отобранных проб на питательные среды.</p> <p>В/03.7 – Анализ посевов микробиологических проб.</p>
--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,56</b>	<b>128</b>	<b>96</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Лекции	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия (ПЗ)	1,34	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0	0	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,44	16	12
<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 и виды занятий

№ 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>Раздел 1. Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.</b>	<b>57,5</b>	<b>5,5</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>4</b>	
3	1.1. Аминокислоты.	18,5	1,5	0	15	2	
4	1.2. Пептиды.	7	1	0	5	1	
5	1.3. Белки.	32	3	8	20	1	
6	<b>Раздел 2. Ферменты. Нуклеиновые кислоты.</b>	<b>47</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	
7	2.1. Ферменты.	19	1	10	6	2	
8	2.2. Понятие о метаболизме.	4	1	0	0	3	
9	2.3. Нуклеиновые кислоты, нуклеотиды.	24	5	10	6	3	
10	<b>Раздел 3. Углеводы, липиды и их производные.</b>	<b>39</b>	<b>3</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	
11	3.1. Углеводы и их производные.	19	1	10	6	2	
12	3.2. Липиды и их производные.	20	2	10	6	2	
	Подготовка к экзамену						36
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>16</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 оксипирины) 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>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b>		Раздел 1				Раздел 2			Раздел 3	
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>									
1	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов	ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах		+	+	+	+	+	+	+	+
2	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов,	ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических,	+	+	+	+		+	+	+	

	микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях	химических и биохимических характеристик.									
3		ПК-5.4. Владеет навыками аккуратности, тщательности при подготовке необходимой лабораторной посуды и приборов для проведения экспериментов с биологическими объектами, выполнения аналитических работ, экспериментов, проведения исследований, подготовке и оформлении отчетов, документации.		+		+				+	+
	<b>Знать:</b>										
4		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		+							
5		структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов				+					
6		структуру и пространственную организацию белков, методы их выделения и очистки; основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах						+			
7		строение и классификацию ферментов, их основные свойства, роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе							+		
8		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								+	
9		классификацию, химическую структуру и строение углеводов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций									+
10		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>									
11	осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ		+	+	+	+	+	+	+	+
12	проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов		+		+	+				
13	выделять биологически активные вещества из культуральной жидкости и растительных, животных, грибных и бактериальных клеток методами экстракции, осаждения, ионного обмена, хроматографии и ультраконцентрирования		+	+	+	+		+	+	+
14	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		+		+			+	+	+
15	проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ		+	+	+	+		+	+	+
	<b>Владеть:</b>									
16	методами выделения и очистки различных биологически активных веществ		+	+	+	+		+	+	+
17	методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ		+		+	+		+	+	
18	методами качественного и количественного анализа различных биологически активных веществ в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства		+		+			+	+	+
19	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	Часы
1	1	Химические и физико-химические свойства аминокислот, методы получения и выделения аминокислот.	3
2	1	Свойства белков и их растворов, методы выделения из природных объектов, очистки и качественного и количественного анализа. Методы исследования строения и структуры белков.	3
3*	1	Аминокислоты и их производные, пептиды, белки. Контрольная работа.	2
4	2	Классификация, свойства, примеры ферментов. Расчет активности ферментов.	9
5	2	Химические и физико-химические свойства, получение нуклеиновых кислот. Методы исследования строения и структуры нуклеиновых кислот.	9
6*	2	Ферменты. Нуклеиновые кислоты. Контрольная работа.	2
7	3	Углеводы и их производные.	9
8	3	Липиды и их производные.	9
9*	3	Углеводы, липиды и их производные. Контрольная работа.	2

\*Промежуточный контроль

### 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 20 баллов (максимально по 2 балла за выполнение каждой работы и 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	1	Выделение и первичная очистка белков: высаливание, диализ. Химические и физико-химические свойства белков и их водных растворов.	5
2	1	Гель-фильтрация белковых растворов.	5

3	1	Определение молекулярной массы белков методом гель-хроматографии.	5
4	1	Количественные методы определения белков.	5
5	1	Электрофорез белков в полиакриламидном геле.	5
6	1	Количественные методы определения аминокислот.	5
7	1	Качественные и количественные методы отдельного определения аминокислот и коротких пептидов в белковых гидролизатах	5
8	1	Тонкослойная хроматография, ионообменная хроматография аминокислот.	5
9	2	Качественные и количественные методы анализа нуклеиновых кислот.	12
10	3	Качественные и количественные методы анализа углеводов.	12

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- 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 рейтинговым 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 40 баллов), лабораторного практикума (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 три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 40 баллов и составляет по 15 баллов за первую и вторую работу, 10 баллов – за третью.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит три вопроса, по 5 баллов за вопросы.**

Вариант 1.

1. Напишите формулы аминокислот, имеющих положительный заряд при физиологических значениях pH. 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 5 баллов за вопросы.**

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 4 балла за вопросы 1-2 и 2 балла 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.

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

### 8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (4-й семестр).

Экзамен по дисциплине «*Химия биологически активных веществ*» проводится в 4-м 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:

«Утверждаю» Зав. кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов  «__» _____ 20__ г.	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра биотехнологии</b>
	<b>Направление подготовки бакалавров 19.03.01 «Биотехнология»</b>
	<b>Дисциплина «Химия биологически активных 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.

### **Б. Дополнительная литература**

1. 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.
2. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М., МАИК «Наука-Интерпериодика», 2002. – 445 с.
3. Гамаюрова, В. С. Ферменты : учебное пособие / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. — Казань : КНИТУ, 2010. — 278 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13347> (дата обращения: 30.04.2022).
4. Кнорре Д.Г. Биологическая химия / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина, 2000. – 480 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:

- 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 01.01.2022 составляет 1718785 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	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действителен до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от	2	бессрочная

(неисключительны е права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10		
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------	--	--

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. <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 разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа;</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 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)</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (4-ый семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (4-ый семестр)</p>

		<p>биотехнологического производства;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами планирования, проведения и обработки экспериментов.</li> </ul>	
<p>Раздел <b>Ферменты. Нуклеиновые кислоты.</b></p>	2.	<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> <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>Оценка за контрольную работу №2 (4-ый семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (4-ый семестр)</p>
<p>Раздел <b>Углеводы, липиды и их производные.</b></p>	3.	<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</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (4-ый семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (4-ый семестр)</p>

	<p>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> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения и очистки различных биологически активных веществ;</li> <li>- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ;</li> <li>- методами планирования, проведения и обработки экспериментов.</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 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 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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА: ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена д.х.н., профессором 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 практики кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к обязательной части учебного плана блока Практики и рассчитана на проведение практики в 4-м семестре обучения.

**Цель практики** состоит в закреплении и углублении теоретической подготовки; приобретении обучающимся практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

**Задачами практики** являются приобретение обучающимися первичных знаний в области работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники в области биотехнологии; проведения научных исследований и выполнения технических разработок; обучение навыкам сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме (заданию); проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; 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 способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

### **Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественнонаучная подготовка	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях;	ОПК-1.1. Знает и понимает роль математических, физических, химических, биологических дисциплин как теоретического фундамента в развитии химических и биотехнологических исследований и производств; ОПК-1.2. Знает основы математического описания, анализа и моделирования простых и сложных природных и техногенных систем; ОПК-1.3. Знает основные физические законы и закономерности в природных и техногенных системах; ОПК-1.4. Знает теоретические основы общей, неорганической, органической химии, классификации химических соединений и понимает принципы

		<p>строения вещества;</p> <p>ОПК-1.5. Знает основные способы получения и химические свойства различных классов химических соединений, основные механизмы и условия протекания химических реакций и процессов;</p> <p>ОПК-1.6. Знает основные законы и соотношения физической и коллоидной химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов, свойства поверхностных явлений и дисперсных систем), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач;</p> <p>ОПК-1.7. Знает основные принципы и закономерности функционирования природных и техногенных экосистем, биосферных и эволюционных процессов, переноса энергии и вещества в биосфере, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты, системы и процессы, основные закономерности взаимодействия биосферы и человека, глобальные проблемы и последствия антропогенного и техногенного воздействия на природные среды и процессы, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды.</p>
<p>Информационная среда и цифровая экономика</p>	<p>ОПК-2. Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и</p>	<p>ОПК-2.1. Знает и соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2.2. Владеет современными информационными технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации;</p> <p>ОПК-2.3. Умеет применять современные методы обработки информации для решения инженерно-технических и инженерно-технологических задач, проведения расчетов и моделирования технологических процессов и аппаратов.</p> <p>ОПК-2.4. Умеет устно излагать мысли, публично представлять результаты решения конкретной задачи, выступать с презентациями и докладами по темам,</p>

	<p>моделирование с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p>соответствующим профилю подготовки.  ОПК-2.5. Владеет навыками подготовки данных и научно-технической документации;  ОПК-2.6. Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач  ОПК-2.7. Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации</p>
	<p>ОПК-3. Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности;</p>	<p>ОПК-3.1. Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии и биотехнологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.</p>
<p>Общеинженерные и технологические навыки</p>	<p>ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний;</p>	<p>ОПК-4.1. Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы, принципы физического моделирования химико-технологических процессов, основы теории массопередачи и теплопередачи, построения материальных, тепловых и энергетических балансов, выполнения гидравлических, гидродинамических, тепловых, прочностных расчетов  ОПК-4.2. Знает основные принципы моделирования и масштабирования химико-технологических и биотехнологических процессов с применением эмпирических, физических и/или физико-химических моделей  ОПК-4.3. Знает типовые процессы химической технологии и биотехнологии, основные варианты и методы проведения реакционных процессов и реакторов для их реализации  ОПК-4.4. Знает основы инженерных расчетов и методики выбора основного оборудования химических и биотехнологических производств, включая</p>

		<p>химические реакторы и биореакторы, аппараты для выделения продуктов реакций и биореакций, емкости, теплообменники, насосы, фильтры и другое вспомогательное оборудование</p> <p>ОПК-4.5. Знает основы технологических расчетов и построения технологических схем при реализации химико-технологических и биотехнологических процессов и получении целевых продуктов</p> <p>ОПК-4.6. Знает основные химические и биотехнологические производства, принципы организации производства, его иерархической структуры</p> <p>ОПК-4.7. Знает основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику, классификацию предприятий по правовому статусу</p> <p>ОПК-4.8. Умеет определять характеристики, рассчитывать, моделировать и оптимизировать основные параметры химических и биологических реакций, процессов тепло- и массопереноса и выбирать оборудование для их реализации</p> <p>ОПК-4.9. Умеет определять рациональную систему регулирования технологического процесса, выбирать конкретные типы приборов и оборудования для автоматизации, контроля и диагностики технологического процесса</p> <p>ОПК-4.10. Умеет осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики производства и условий окружающей среды</p> <p>ОПК-4.11. Владеет навыками проектирования и методами технологических расчетов отдельных узлов технологического оборудования</p> <p>ОПК-4.12. Владеет правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.13. Владеет способами и приемами изображения технологических элементов в одной из графических систем</p> <p>ОПК-4.14. Владеет методами рационального снижения негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду</p>
	ОПК-5. Способен	ОПК-5.1. Знает показатели использования

	<p>эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции;</p>	<p>производственных ресурсов и эффективности деятельности предприятия</p> <p>ОПК-5.2. Знает основные понятия теории управления технологическими процессами, статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления, основные виды систем автоматического регулирования и законы управления, типовые системы автоматического управления в химической и биотехнологической промышленности, методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров</p> <p>ОПК-5.3. Умеет работать с чертежами технологических схем и базового оборудования для ведения технологических процессов в лабораторном, опытном и промышленном масштабах</p> <p>ОПК-5.4. Умеет использовать знание основ экономики, способов повышения технико-экономической эффективности при решении текущих производственных задач</p> <p>ОПК-5.5. Умеет обеспечить и выполнять правила ведения асептических процессов, техники безопасности, производственной гигиены и санитарии, пожарной безопасности и охраны труда в производственной деятельности</p> <p>ОПК-5.6. Умеет разрабатывать производственные программы и плановые задания для первичных производственных подразделений</p> <p>ОПК-5.7. Владеет методами определения и анализа технологических показателей процесса</p> <p>ОПК-5.8. Владеет методами управления химико-технологическими и биотехнологическими системами и процессами и их регулирования</p> <p>ОПК-5.9. Владеет типовыми методами экологической, санитарно-гигиенической оценки производства, инженерно-технологического обеспечения экологической безопасности химико-технологических и биотехнологических производств;</p> <p>ОПК-5.10. Владеет навыками осуществления технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства в соответствии с технологическими</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



		регламентами, должностными инструкциями, методиками анализа, а также планирования и проведения мероприятий по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды
Разработка документации	ОПК-6. Способен разрабатывать составные части технической документации, связанных с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил;	ОПК-6.1. Знает этапы и их содержание при проектировании химических и биотехнологических производств, внедрении разработок в практику ОПК-6.2. Знает основы стандартизации, сертификации аналитических методик, целевой продукции и производства ОПК-6.3. Умеет использовать нормативно-правовые акты при работе с документацией ОПК-6.4. Умеет использовать современные автоматизированные методы ведения подготовки технической и технологической документации ОПК-6.5. Умеет проводить технико-экономический анализ и составлять технико-экономическое обоснование инженерно-технологических решений в соответствии со стандартами ОПК-6.6. Владеет навыками подготовки технической документации, разработки технологических регламентов
Исследования, культура эксперимента	ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.	ОПК-7.1. Знает основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ ОПК-7.2. Знает теоретические основы и принципы химических, физико-химических, биохимических методов анализа ОПК-7.3. Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных ОПК-7.4. Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи ОПК-7.5. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента ОПК-7.6. Умеет использовать базовые методы и технику для физического, физико-химического, химического, микробиологического анализа ОПК-7.7. Владеет базовыми методами очистки получаемых продуктов и ведения технологических процессов в

		лабораторном масштабе ОПК-7.8. Владеет навыками аккуратности, тщательности при подготовке необходимой лабораторной посуды и приборов для проведения исследований, экспериментов с изучаемыми объектами, выполнения аналитических работ, при подготовке и оформлении отчетов, документации
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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-м семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки **19.03.01 Биотехнология**. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения *зачета с оценкой*.

Вид 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</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>
Контактная самостоятельная работа	3,0	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		107,6	80,7
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Ознакомление с историей биотехнологии, основами получения биологически активных веществ, биомассы клеток, основами исследований в области генной инженерии.

Посещение тематических экспозиций музеев и выставок.

Посещение Центра коллективного пользования, научных лабораторий кафедры биотехнологии, научно-исследовательских организаций.

Ознакомление с основными технологиями производства 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

Разделы	Раздел практики	Объем раздела, акад. ч.
Раздел 1	Методы работы научно-технической литературой с целью сбора информации по теме исследования.	36
Раздел 2	Методы исследования и проведения экспериментальных работ в соответствии с выполняемыми задачами исследования.	36
Раздел 3	Порядок оформления научно-технической документации.	36.
	<b>Всего часов</b>	<b>108</b>

##### 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,	+	+	+	
2	- важнейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;	+	+	+	
	<b>Уметь:</b>				
3	- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию);	+	+	+	
4	- проведение научных исследований и выполнения технических разработок.	+	+	+	
	<b>Владеть:</b>				
5	- навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции;	+	+	+	
6	- навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.	+	+	+	
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>			
7	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях;	ОПК-1.1. Знает и понимает роль математических, физических, химических, биологических дисциплин как теоретического фундамента в развитии химических и биотехнологических исследований и производств;	+	+	+
		ОПК-1.2. Знает основы математического описания, анализа и моделирования простых и сложных природных и техногенных систем;	+	+	+
		ОПК-1.3. Знает основные физические законы и закономерности в природных и техногенных системах;	+	+	+

	ОПК-1.4. Знает теоретические основы общей, неорганической, органической химии, классификации химических соединений и понимает принципы строения вещества;	+	+	+
	ОПК-1.5. Знает основные способы получения и химические свойства различных классов химических соединений, основные механизмы и условия протекания химических реакций и процессов;	+	+	+
	ОПК-1.6. Знает основные законы и соотношения физической и коллоидной химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов, свойства поверхностных явлений и дисперсных систем), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач;	+	+	+
	ОПК-1.7. Знает основные принципы и закономерности функционирования природных и техногенных экосистем, биосферных и эволюционных процессов, переноса энергии и вещества в биосфере, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты, системы и процессы, основные закономерности взаимодействия биосферы и человека, глобальные проблемы и последствия антропогенного и техногенного воздействия на природные среды и процессы, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды.	+	+	+

8	ОПК-2. Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-2.1. Знает и соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности.	+	+	+
		ОПК-2.2. Владеет современными информационными технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации;	+	+	+
		ОПК-2.3. Умеет применять современные методы обработки информации для решения инженерно-технических и инженерно-технологических задач, проведения расчетов и моделирования технологических процессов и аппаратов.	+	+	+
		ОПК-2.4. Умеет устно излагать мысли, публично представлять результаты решения конкретной задачи, выступать с презентациями и докладами по темам, соответствующим профилю подготовки.	+	+	+
		ОПК-2.5. Владеет навыками подготовки данных и научно-технической документации;	+	+	+
		ОПК-2.6. Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач	+	+	+
		ОПК-2.7. Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации	+	+	+

9	ОПК-3. Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности;	ОПК-3.1. Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии и биотехнологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.	+	+	+
10	ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний;	ОПК-4.1. Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы, принципы физического моделирования химико-технологических процессов, основы теории массопередачи и теплопередачи, построения материальных, тепловых и энергетических балансов, выполнения гидравлических, гидродинамических, тепловых, прочностных расчетов	+	+	+
		ОПК-4.2. Знает основные принципы моделирования и масштабирования химико-технологических и биотехнологических процессов с применением эмпирических, физических и/или физико-химических моделей	+	+	+
		ОПК-4.3. Знает типовые процессы химической технологии и биотехнологии, основные варианты и методы проведения реакционных процессов и реакторов для их реализации	+	+	+
		ОПК-4.4. Знает основы инженерных расчетов и методики выбора основного оборудования химических и биотехнологических производств, включая химические реакторы и биореакторы, аппараты для выделения продуктов реакций и биореакций, емкости, теплообменники, насосы, фильтры и другое вспомогательное оборудование	+	+	+



	ОПК-4.5. Знает основы технологических расчетов и построения технологических схем при реализации химико-технологических и биотехнологических процессов и получении целевых продуктов	+	+	+
	ОПК-4.6. Знает основные химические и биотехнологические производства, принципы организации производства, его иерархической структуры	+	+	+
	ОПК-4.7. Знает основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику, классификацию предприятий по правовому статусу	+	+	+
	ОПК-4.8. Умеет определять характеристики, рассчитывать, моделировать и оптимизировать основные параметры химических и биологических реакций, процессов тепло- и массопереноса и выбирать оборудование для их реализации	+	+	+
	ОПК-4.9. Умеет определять рациональную систему регулирования технологического процесса, выбирать конкретные типы приборов и оборудования для автоматизации, контроля и диагностики технологического процесса	+	+	+
	ОПК-4.10. Умеет осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики производства и условий окружающей среды	+	+	+
	ОПК-4.11. Владеет навыками проектирования и методами технологических расчетов отдельных узлов технологического оборудования	+	+	+
	ОПК-4.12. Владеет правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов;	+	+	+

		ОПК-4.13. Владеет способами и приемами изображения технологических элементов в одной из графических систем	+	+	+
		ОПК-4.14. Владеет методами рационального снижения негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду	+	+	+
11	ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции;	ОПК-5.1. Знает показатели использования производственных ресурсов и эффективности деятельности предприятия	+	+	+
		ОПК-5.2. Знает основные понятия теории управления технологическими процессами, статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления, основные виды систем автоматического регулирования и законы управления, типовые системы автоматического управления в химической и биотехнологической промышленности, методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров	+	+	+
		ОПК-5.3. Умеет работать с чертежами технологических схем и базового оборудования для ведения технологических процессов в лабораторном, опытном и промышленном масштабах	+	+	+
		ОПК-5.4. Умеет использовать знание основ экономики, способов повышения технико-экономической эффективности при решении текущих производственных задач	+	+	+
		ОПК-5.5. Умеет обеспечить и выполнять правила ведения асептических процессов, техники безопасности, производственной гигиены и санитарии, пожарной безопасности и охраны труда в производственной деятельности	+	+	+

		ОПК-5.6. Умеет разрабатывать производственные программы и плановые задания для первичных производственных подразделений	+	+	+
		ОПК-5.7. Владеет методами определения и анализа технологических показателей процесса	+	+	+
		ОПК-5.8. Владеет методами управления химико-технологическими и биотехнологическими системами и процессами и их регулирования	+	+	+
		ОПК-5.9. Владеет типовыми методами экологической, санитарно-гигиенической оценки производства, инженерно-технологического обеспечения экологической безопасности химико-технологических и биотехнологических производств;	+	+	+
		ОПК-5.10. Владеет навыками осуществления технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства в соответствии с технологическими регламентами, должностными инструкциями, методиками анализа, а также планирования и проведения мероприятий по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды	+	+	+
12	ОПК-6. Способен разрабатывать составные части технической документации, связанных с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил;	ОПК-6.1. Знает этапы и их содержание при проектировании химических и биотехнологических производств, внедрении разработок в практику	+	+	+
		ОПК-6.2. Знает основы стандартизации, сертификации аналитических методик, целевой продукции и производства	+	+	+
		ОПК-6.3. Умеет использовать нормативно-правовые акты при работе с документацией	+	+	+

		ОПК-6.4. Умеет использовать современные автоматизированные методы ведения подготовки технической и технологической документации	+	+	+
		ОПК-6.5. Умеет проводить технико-экономический анализ и составлять технико-экономическое обоснование инженерно-технологических решений в соответствии со стандартами	+	+	+
		ОПК-6.6. Владеет навыками подготовки технической документации, разработки технологических регламентов	+	+	+
13	ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.	ОПК-7.1. Знает основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ	+	+	+
		ОПК-7.2. Знает теоретические основы и принципы химических, физико-химических, биохимических методов анализа	+	+	+
		ОПК-7.3. Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных	+	+	+
		ОПК-7.4. Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи	+	+	+
		ОПК-7.5. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента	+	+	+
		ОПК-7.6. Умеет использовать базовые методы и технику для физического, физико-химического, химического, микробиологических анализа	+	+	+
		ОПК-7.7. Владеет базовыми методами очистки получаемых продуктов и ведения технологических процессов в лабораторном масштабе	+	+	+

		ОПК-7.8. Владеет навыками аккуратности, тщательности при подготовке необходимой лабораторной посуды и приборов для проведения исследований, экспериментов с изучаемыми объектами, выполнения аналитических работ, при подготовке и оформлении отчетов, документации	+	+	+
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** проведение лабораторных занятий по практике 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.

Ознакомление с биотехнологическим производством осуществляется в виде экскурсий на конкретное предприятие. При посещении предприятия и ознакомления с его деятельностью обучающийся должен собрать материал, необходимый для подготовки отчета по практике. Отчет по практике включает:

- историческую справку о предприятии;
- номенклатуру выпускаемой продукции;
- виды и нормы расхода сырьевых материалов;
- краткое описание основных технологических переделов производства с указанием применяемого оборудования;
- методы и формы контроля технологических процессов;
- правила техники безопасности, пожарной безопасности и охраны труда на конкретном предприятии.

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

### **8.1. Примеры оценочных средств текущего контроля знаний**

**Примерный перечень тем индивидуальных заданий по учебной практике.**

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 углеводов.
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. Имобилизованные ферменты. Области применения иммобилизованных 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 зачета с оценкой**

Зачет с оценкой по практике включает два контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой:

«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов  «__» _____ 20__ г.	<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>«Учебная практика: ознакомительная практика»</b>	
<b>Билет № 1</b>	
1. Предмет и задачи биотехнологии. Связь биотехнологии с другими фундаментальными науками и прикладными отраслями.	
2. Биотехнология в развитии сельскохозяйственного производства.	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### *А. Основная литература*

1. Бабусенко Е.С., Шакир И.В., Суясов Н.А., Панфилов В.И. Организация биотехнологического производства: Учебное пособие для вузов / под ред. Красноштанова А.А. - М.: Юрайт, 2021. - 170 с.

#### *Б. Дополнительная литература*

1. 1. Номер методички: 5041 | Измерения. Статистическая обработка результатов пассивного и активного экспериментов в биотехнологии [Текст]: Учебное пособие / М. Г. Гордиенко [и др.], 2015. - 105 с. Электронная копия

2. 2. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология : учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

### 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)

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет (при необходимости):

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 практики**

Для реализации учебной практики подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- перечень индивидуальных заданий для выполнения в процессе 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 практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1719785 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 проводятся в форме самостоятельной работы студента

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

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием: 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.

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

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

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.

### 11.3. 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; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

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

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.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787,	2	бессрочная

	для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	накладная № Tr048787 от 20.12.10		
--	---------------------------------------------------------	----------------------------------------	--	--

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Методы работы научно-технической литературой с целью сбора информации по теме исследования.	<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; <i>Умеет:</i> - осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию); - проведение научных исследований и выполнения технических разработок. <i>Владеет:</i> - навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; - навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.	Оценка за отчет по практике
Раздел 2. Методы исследования и проведения экспериментальных работ в соответствии с выполняемыми задачами исследования.	<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; <i>Умеет:</i> - осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию); - проведение научных исследований и выполнения технических разработок. <i>Владеет:</i> - навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; - навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.	Оценка за отчет по практике
Раздел 3. Порядок оформления научно-технической документации.	<i>Знает:</i> - приемы работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией,	Оценка за отчет по практике и на зачете с оценкой

	<p>- важнейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию);</li> <li>- проведение научных исследований и выполнения технических разработок.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции;</li> <li>- навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.</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;
- 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: ознакомительная практика»**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

Профиль «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ  
ПРАКТИКА»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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**», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана, к блоку Практики Учебного плана и рассчитана на прохождение обучающимися в 6-м семестре (3-й курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей биотехнологии, микробиологии, биохимии

**Цель практики** – получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики, углубление теоретической подготовки; приобретение практических навыков и компетенций.

**Задачами практики** являются формирование у обучающихся компетенций, связанных с применением методов биотехнологии для производства конкретных видов продукции; умением анализировать технологические процессы, работать с производственным и аналитическим оборудованием; знанием 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, НАССР и пр.); умением работать с нормативной и технологической документацией на предприятии; выполнением правил охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, санитарии на биотехнологическом производстве; – самостоятельным сбором и анализом информации, составлению и оформлению отчетов.

Способ проведения практики: **выездная**.

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 способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

### Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих	УК-2.3. Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности УК-2.4. Умеет определять ожидаемые результаты проектирования элементов оборудования химической промышленности УК-2.6. Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время

	правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;	
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальные взаимодействия и реализовывать свою роль в команде;	<p>УК-3.1. Знает и понимает особенности поведения работников предприятий химической промышленности;</p> <p>УК-3.2. Знает основные типы социальных взаимодействий и социально-психологические критерии эффективности управления коллективом;</p> <p>УК-3.3. Умеет взаимодействовать с другими членами команды, в том числе участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом</p> <p>УК-3.4. Умеет использовать современные социально-психологические технологии управления коллективом</p> <p>УК-3.6. Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию</p>

**Профессиональные компетенции и индикаторных достижения:**

*(Из соответствующего УП с учетом подходящего уровня квалификации из Профстандарта, например):*

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Технологический тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и	ПК-1. способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях,	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке
		подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства	ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе	
			ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий	
			ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов	

	<p>технологических регламентов на производство биотехнологической продукции;</p> <p>– эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов;</p> <p>– организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;</p> <p>– обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов.</p> <p>Объекты профессиональной деятельности:</p> <p>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и</p>	<p>для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;</p>	<p>микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях</p>	<p>программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов.</p> <p>Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.07.2020 №441н.</i></p> <p>Обобщенная трудовая</p>
		<p>ПК-2. способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических</p>	<p>ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом</p>	
			<p>ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.</p>	
			<p>ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.</p>	
		<p>ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.</p>		

	<p>растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов;</p> <p>– регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты;</p> <p>– средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;</p> <p>– средства оценки состояния</p>	<p>процессов;</p>		<p>функция:</p> <p>А. Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ.</p> <p>А/01.6 – Проведение подготовительных работ для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ.</p> <p>А/02.6 – Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов.</p> <p>А/03.6 – Контроль качества сырья, промежуточных продуктов и готовых БАВ в соответствии с регламентом.</p> <p>В. Управление действующими технологическими процессами и производством.</p> <p>В/01.6 – Руководство участком по производству БАВ.</p> <p>В/02.6 – Обеспечение функционирования системы управления качеством продуктов биотехнологии.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических</i></p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>окружающей среды и защиты ее от техногенного и антропогенного воздействия.</p>			<p>процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.  Обобщенная трудовая функция:  А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.  А/03.6 – Производство биотехнических систем.  <i>Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств»</i>, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н.  Обобщенная трудовая функция:  А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>A/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>A/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p>A/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н.</i></p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом.</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства»,</i></p>
--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса.
--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов;
- методы 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.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 6-м семестре. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
Контактная самостоятельная работа	6,0	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		215,6	161,7
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

### 4.1. Разделы практики

Разделы	Раздел практики	Самостоятельная работа, акад. ч.
Раздел 1	Посещение предприятий по производству биотехнологической продукции	76
Раздел 2	Выполнение на предприятии индивидуального задания	104
Раздел 3	Подготовка и сдача отчета по практике.	36
	<b>Всего часов</b>	<b>216</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>Знать:</b>			
1	- методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов;	+	+	+
2	- методы создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов;	+	+	+
3	- этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;	+	+	+
	<b>Уметь:</b>			
4	- разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками;	+	+	+
5	- проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;	+	+	+
	<b>Владеть:</b>			
6	- теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии, знаниями конструктивных особенностей и методами расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.	+	+	+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <u>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>				
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		

7	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;	УК-2.3. Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности УК-2.4. Умеет определять ожидаемые результаты проектирования элементов оборудования химической промышленности УК-2.6. Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время	+	+	+
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---

8	<p>УК-3. Способен осуществлять социальные взаимодействия и реализовывать свою роль в команде;</p>	<p>УК-3.1. Знает и понимает особенности поведения работников предприятий химической промышленности;  УК-3.2. Знает основные типы социальных взаимодействий и социально-психологические критерии эффективности управления коллективом;  УК-3.3. Умеет взаимодействовать с другими членами команды, в том числе участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом  УК-3.4. Умеет использовать современные социально-психологические технологии управления коллективом  УК-3.6. Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию</p>	<p>+ + + + + + +</p>	<p>+ + + + + +</p>	<p>+ + +</p>
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			

9	ПК-1. способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности.	+	+	+
		ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе	+	+	+
		ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий	+	+	+
		ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях	+	+	+
		ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом	+	+	+
			+		
			+		

ПК-2. способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов; –	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.	+	+	+
	ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.	+	+	+
	ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	+	+	+

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *19.03.01 Биотехнология* проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *19.03.01 Биотехнология* проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Рабочей программой практики предусмотрена самостоятельная работа обучающегося на предприятии (например, по производству пробиотических продуктов) под руководством руководителя практики-

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 практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 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 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 структурные элементы:

- 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 технологией производства биологически активных веществ, технологическими процессами, 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. Примеры вопросов 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 зачета с оценкой

*Зачет с оценкой* по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов..

Пример билета к зачету с оценкой:

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии _____ В.И. Панфилов «__» _____ 2022 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>19.03.01 Биотехнология</b> <b>Профиль – «Биотехнология»</b></p>
	<p><b><u>Производственная практика: технологическая практика</u></b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p>	
<p>1. Основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархической структуры, методов оценки эффективности производства.</p>	
<p>2. Условия проведения ферментационных процессов, биотрансформации, биодеструкции.</p>	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

## 9.1. Рекомендуемая литература

### А. Основная литература

1. 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.
2. Бабусенко Е.С., Шакир И.В., Суясов Н.А., Панфилов В.И. Организация биотехнологического производства: Учебное пособие для вузов / под ред. Красноштанова А.А. - М.: Юрайт, 2021. - 170 с.

### Б. Дополнительная литература

1. 1. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология : учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 04.05.2022). - Режим доступа : по подписке..

## 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)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- 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 практики**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения практики:

- перечень индивидуальных заданий для выполнения в процессе 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 практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1719785 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 проводится в форме самостоятельной работы студента с использованием материально-технической базы Предприятия и Университета.

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

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием:

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.

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

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

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.

### 11.3. 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; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. 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.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b> Посещение предприятий по производству биотехнологической продукции</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов;</li> <li>- методы создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов;</li> <li>- этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками;</li> <li>- проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии, знаниями конструктивных особенностей и методами расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.</li> </ul>	<p>Оценка за отчет о прохождении практики</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Выполнение на предприятии индивидуального задания</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов;</li> <li>- методы создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов;</li> <li>- этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;</li> </ul>	<p>Оценка за отчет о прохождении практики</p> <p>Оценка за отчет о выполнении индивидуального задания</p>

	<p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками;</li> <li>- проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии, знаниями конструктивных особенностей и методами расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 3.</b> Подготовка и сдача отчета по практике.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов;</li> <li>- методы создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов;</li> <li>- этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками;</li> <li>- проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии, знаниями</li> </ul>	<p>Результаты итогового опроса</p> <p>Оценка за зачет с оценкой по практике</p>

	конструктивных особенностей и методами расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--



### **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;

– 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: технологическая практика»**  
**основной образовательной программы**  
 19.03.01 «Биотехнология»  
 Профиль «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА:  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 бакалавров **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 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана блока «Практики» и рассчитана на проведение практики в 8-м семестре обучения.

Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области в области промышленной биотехнологии, биохимии, микробиологии.

**Цель практики** – формирование универсальных и профессиональных компетенций и приобретение навыков в области биотехнологии, биохимии, микробиологии, генной инженерии посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности.

**Задачами практики** являются приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы; обработка, интерпретация и представление научных результатов; подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы. (

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 при подготовке бакалавров по направлению **19.03.01 Биотехнология**, профиль «**Биотехнология**» способствует формированию следующих компетенций и индикаторов их достижения:

### Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности; УК-1.2. Умеет анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.3. Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи; УК-1.5. Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинства и недостатки;

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты</p>	<p>ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.</p>	<p>ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с</p>

	<p>профессиональной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</li> <li>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</li> <li>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</li> </ul>	<p>ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i>, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p>	<p>их регулирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации;</li> <li>- базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</li> </ul> <p>ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи биохимических и генетических процессов в живой клетке.</p> <p>ПК-4.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;</li> <li>– основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;</li> </ul>	<p>рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом</i></p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических,</p>	<p>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</p> <p>– основные молекулярные методы геной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</p> <p>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</p> <p>ПК-4.2. Знает основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p> <p>ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.</p>	<p>Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



		<p>микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p> <p>ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать</p>	<p>ПК-5.2. Владеет навыками работы с ферментами и микроорганизмами</p> <p>ПК-5.3. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике</p> <p>ПК-5.4. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик</p> <p>ПК-6.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы термодинамики и кинетики функционирования живых систем на клеточном и популяционном уровне, принципы описания их роста и биосинтеза продуктов;</li> <li>– принципы математического описания, основные подходы и методы математического моделирования биологических объектов, систем и процессов.</li> </ul>	
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

		<p>простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.</p>	<p>ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ</p>	
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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 8-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.

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>7,0</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
Практические занятия:	2,67	96	72
в том числе в форме практической подготовки:	2,67	96	72
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,33</b>	<b>156</b>	<b>117</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>4,33</b>	<b>156</b>	<b>117</b>
Контактная самостоятельная работа	4,33	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		155,6	116,7
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

### 4.1. Разделы практики и виды занятий

Раздел	Наименование раздела	Академ. часов			
		Всего	Аудит. работа	Сам. работа	Форма контроля (из УП)
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Выполнение научных исследований.</b>	<b>180</b>	<b>64</b>	<b>116</b>	<b>+</b>
1.1	Выполнение научных исследований.	108	54	54	+
1.2	Подготовка литературного обзора по теме	72	10.	62	+
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Представление научных исследований</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>40</b>	
2.1	Подготовка научного доклада и презентации	72	32	40	
	<b>ИТОГО</b>	<b>252</b>	<b>96</b>	<b>156</b>	<b>+</b>

### 4.2. Содержание разделов практики

#### Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований

##### 1.1. Выполнение научных исследований.

Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе.

Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования.

Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета.

1.2. Подготовка литературного обзора по теме. Составление аналитического обзора по теме исследования. Поиск и анализ научно-технической литературы и патентной документации.

#### Раздел 2. Представление научных исследований

2.1. Подготовка научного доклада и презентации. Методология подготовки научной работы к публичной защите.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
	<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, составлять отчет по выполненному заданию		+	+
	<b>Владеть:</b>			
4	- 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 <u>универсальные и профессиональные компетенции</u> и индикаторы их достижения:				
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		
5	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности;	+	+
		УК-1.2. Умеет анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие;	+	+
		УК-1.3. Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи;	+	+
		УК-1.5. Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинства и недостатки;	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		

6	<p>ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.</p>	<p>ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии;</li> <li>– основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем;</li> <li>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов</li> <li>– основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</li> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации;</li> <li>- базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</li> </ul> <p>ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи биохимических и генетических процессов в живой клетке. инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</li> </ul>	+	+
			+	+

7	ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции <i>in vitro</i> , специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.	+	+
		ПК-4.2. Знает основные принципы селекции <i>in vitro</i> , специфику методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	+	+
8	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	+	+
		ПК-5.2. Владеет навыками работы с ферментами и микроорганизмами	+	+
		ПК-5.3. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике	+	+
		ПК-5.4. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик	+	+

9	ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.	ПК-6.1. Знает: – основы термодинамики и кинетики функционирования живых систем на клеточном и популяционном уровне, принципы описания их роста и биосинтеза продуктов; принципы математического описания, основные подходы и методы математического моделирования биологических объектов, систем и процессов.	+	+
		ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ.	+	+



## **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 не предусмотрено.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

На практику учебным планом выделено 156 акад. часов (117 астрон. часов) самостоятельной работы

## **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.

### **8.1. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ**

1. Исследование механизма формирования рубца в трехмерной модели эквивалента кожи человека.
2. Получение рекомбинантного фактора роста сосудистого эндотелия VEGF и его аналогов.
3. Исследование пробиотических свойств лактобактерий и оценка их витамин-В-синтезирующей способности.
4. Использование жировой фракции отходов переработки мясокостной шкуры для культивирования микроорганизмов.
5. Получение углеводно-белковых комплексов на основе белков кукурузной муки.
6. Оптимизация предварительной ферментативной обработки ржаной муки для получения функциональных напитков с лактобактериями.
7. Влияние хитозана на структуру и функциональные свойства комплексов молочных белков с нутрицевтиками.
8. Действие летучих органических веществ на quorum sensing.
9. Переклонирование ПЦР ампликонов с геном зелёного флуоресцентного белка медузы *Aequorea victoria* в штамм-продуцент *E.coli* MC1061 при помощи pAL2-T-вектора.
10. Получение пектина из свекловичного жома.

11. Получение рекомбинантных белков-добавок, входящих в состав разрабатываемых бессывороточных сред для культивирования эукариотических клеток-продуцентов.
12. Поиск эффективных грибных продуцентов наночастиц серебра
13. Поиск новых высокоактивных металло-зависимых амидаз для биокаталитического синтеза акриловых мономеров.
14. Исследование сообщества микроорганизмов на основе метилотрофных бактерий, выделенных из образцов почвы полуострова Ямал.
15. Оптимизация питательных сред для культивирования клеток ВНК-21.
16. Получение белковых ингредиентов для функционального питания на основе яичного и растительного белка.
17. Подбор питательной среды для культивирования галофилов.
18. Анализ изменений внутриклеточной локализации М-белка SARS-CoV-2 с помощью флуоресцентной микроскопии.
19. Бактерицидные свойства препаратов серебра при выращивании растений в малообъемной технологии.
20. Свойства функциональных напитков на основе изолята горохового белка.
21. Оценка пробиотического потенциала и витамин-В-синтезирующей способности штаммов бифидобактерий.
22. Анализ современного производства препаратов на основе нуклеиновых компонентов.
23. Белково-полисахаридные системы доставки биологически активных веществ: структура и свойства.
24. Исследование видового состава и динамики численности молочнокислых бактерий сообщества кефирных грибков.
25. Гетерологическая экспрессия химерных белков *L. acidophilus* для лечения аллергии.
26. Пробиотические напитки на основе изолята белка подсолнечника.
27. Влияние криохранения на жизнеспособность клеток кожи человека и динамику популяции эпидермальных стволовых клеток.
28. Изучение секреции бактерий.
29. Свойства функциональных напитков на основе изолята белка подсолнечника.
30. Изучение свойств грибов рода *Trichoderma*.
31. Филогенетические исследования близкородственных микроорганизмов на примере дрожжей рода *Saccharomyces*.
32. Молекулярно-генетическое изучение дрожжей *Kluyveromyces*, выделенных из молочных продуктов.
33. Интенсификация биосинтеза L-молочной кислоты культурой *Lactobacillus paracasei* в условиях периодической и полупериодической ферментации
34. Получение полисахаридных и белково-полисахаридных комплексов как систем доставки лекарственных препаратов.
35. Биотехнологический способ получения и функциональная характеристика основного аллергена ольхи Aln g 1
36. Разнообразие и метаболические характеристики аэробных бактерий из нефтезагрязнённых почв и воды Мурманской области (Россия)
37. Изучение внеклеточных везикул, выделенных из клеток костного мозга и клеток крови мышей после облучения.
38. Исследование сообщества микроорганизмов на основе метанооксиляющих бактерий, выделенных из образцов почвы полуострова Ямал.
39. Сравнение эффективности способов получения и физико-химических свойств липосом на основе яичного и соевого лецитина.
40. Получение рекомбинантных вариантов RBD вируса SARS-CoV-2 для поиска вируснейтрализующих антител.

41. Изучение синтеза монотерпена линалоола рекомбинантными дрожжами *Yarrowia lipolytica*.
42. Разработка пайплайна для выявления дифференциальной экспрессии миРНК на примере модели до-симптомной стадии болезни Паркинсона.
43. Денатурация коллагена под действием различных терапевтических агентов.
44. Изучение детерминант устойчивости к новейшим противотуберкулёзным препаратам в геноме *Mycobacterium tuberculosis*.
45. Современные подходы к производству кормовой биомассы метанооксиляющих бактерий.
46. Изучение явления кворум сенсинг в бактериальных культурах.
47. Оценка потенциала растительного сырья для получения бактериоцинов молочнокислых бактерий.
48. Реактивация микроорганизмов, инкапсулированных в солевые кристаллы.
49. Методы оптимизации экспрессии генов в бактериях *Rhodococcus* – микробной платформе для технологий биокатализа и биоремедиации.
50. Выбор возможных путей применения клеточных стенок метанооксиляющих бактерий.
51. Получение нового штамма метанооксиляющих бактерий автоселекцией в условиях непрерывного культивирования.
52. Обзор перспективных биотехнологий получения молочной кислоты – “зеленого” реагента для синтеза биодegradируемых полимеров.

## **8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения практики**

Контрольные работы проводятся в форме устного опроса по теме научно-исследовательской работы. Максимальная оценка за каждую работу – 20 баллов.

### **Контрольная работа №1**

Максимальная оценка – 20 баллов

- 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.

### **Контрольная работа №2**

Максимальная оценка – 20 баллов

- 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.

### **Контрольная работа №3**

Максимальная оценка – 20 баллов

- Соответствие содержания отчета программе исследования.
- Качество оформления отчета.
- Содержание презентации научно-исследовательской работы.

## **8.3. Итоговый контроль освоения практики (зачет с оценкой)**

Итоговый контроль освоения дисциплины включает представление отчета по научно-исследовательской работе, устный доклад, презентацию результатов научного исследования и ответы на вопросы по теме работы.

Максимальная оценка на зачете – 40 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.

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

#### 8.4. Структура и пример билетов – зачет с оценкой

*Зачет с оценкой* по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к *зачету с оценкой*:

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии</p> <p>_____ 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. Аналитические методы, используемые при выполнении НИР</li> </ol>	

### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

#### а) Основная литература

1. 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.

#### б) Дополнительная литература

1. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология : учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

### 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 практики

Для реализации НИР подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- перечень индивидуальных заданий для выполнения в процессе прохождения практики;
- методические указания для подготовки отчета по 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 практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1719785 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 проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы студента.

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

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием: 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.

Библиотека, имеющая рабочие места, 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; 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.

### **11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Офисный пакет	Государственный	2	бессрочная

	Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;		
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1. Выполнение научных исследований.</b> 1.1 Выполнение научных исследований.</p>	<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 контрольные работы №1, 2. Оценка на <i>зачет с оценкой</i></p>
<p><b>Раздел 1. Выполнение научных исследований.</b> 1.2 Подготовка литературного обзора по теме.</p>	<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. Оценка на <i>зачет с оценкой</i></p>



<p><b>Раздел 2.</b> <b>Наименование раздела</b> 2.1. Подготовка научного доклада и презентации</p>	<p><i>Знает:</i> - содержание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; <i>Умеет:</i> - планировать и проводить экспериментальные исследования по биотехнологии; - систематизировать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлять отчет по выполненному заданию; <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 на <i>зачет с оценкой</i>.</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;

– 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»  
 Профиль «Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА»**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 бакалавров **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), профиль «**Биотехнология**», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой **биотехнологии** РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Программа относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана блока Практики и рассчитана на проведение практики в 8-м семестре (4 курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся освоили все дисциплины и иные практики, предусмотренные учебным планом, и имеют теоретическую и практическую подготовку в области микробиологии, биохимии и общей биотехнологии.

**Цель практики** – выполнение выпускной квалификационной работы.

**Задачами практики** являются окончательное формирование у обучающихся компетенций, связанных с навыками работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией в соответствующей области знаний; проведения научных исследований и выполнения технических разработок; сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме (заданию); составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу; выступления на научно-практических конференциях.

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

Прохождение практики при подготовке бакалавров по направлению **19.03.01 Биотехнология**, профиля «**Биотехнология**» направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

### Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности; УК-1.2. Умеет анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.3. Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи; УК-1.5. Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинства и недостатки;

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
<p>Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.</p>	<p>Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и</p>	<p>ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.</p>	<p>ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации;</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями</p>

	<p>растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества;</p> <p>– приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных;</p> <p>– установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.</p>	<p>ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i>, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p>	<p>– базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</p> <p>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</p> <p>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</p> <p>ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи биохимических и генетических процессов в живой клетке.</p> <p>ПК-4.1. Знает:</p> <p>– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами;</p> <p>– основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;</p>	<p>российских образовательных и профессиональных стандартов.</p> <p>Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в 2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL).</p> <p><i>Профессиональный стандарт</i></p> <p>«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и</p>	<p>– основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток;</p> <p>– основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</p> <p>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</p> <p>ПК-4.2. Знает основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.</p> <p>ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, уеобходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических</p>	<p>технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция:</p> <p>А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.</p>
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



		<p>животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.</p> <p>ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и</p>	<p>и молекулярно-генетических исследований.</p> <p>ПК-5.2. Владеет навыками работы с ферментами и микроорганизмами</p> <p>ПК-5.3. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике</p> <p>ПК-5.4. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик</p>	
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

		<p>проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.</p>	<p>ПК-6.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы термодинамики и кинетики функционирования живых систем на клеточном и популяционном уровне, принципы описания их роста и биосинтеза продуктов;</li> <li>– принципы математического описания, основные подходы и методы математического моделирования биологических объектов, систем и процессов.</li> </ul> <p>ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ</p>	
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

В результате прохождения практики обучающийся 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.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 8-м семестре. Итоговый контроль прохождения практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>9,0</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
в том числе в форме практической подготовки:	9,0	324	243
<b>Самостоятельная работа</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>

Контактная самостоятельная работа	9,0	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		323,6	242,7
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Зачет с оценкой</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

##### 4.1. Разделы практики

Раздел	Раздел практики	Объем раздела, акад. ч.
Раздел 1	Научно-исследовательский этап	216
Раздел 2	Обработка и анализ полученной информации	108
	<b>Всего часов</b>	<b>324</b>

##### 4.2. Содержание разделов практики

###### Раздел 1. Научно-исследовательский 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.

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). Сбор и систематизация фактического и литературного материала.

**Раздел 2. 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 1	Раздел 2
	<b>Знать:</b>		
1	- биохимию и физиологию микроорганизмов и других биологических объектов; прикладную молекулярную биологию, генетическую и клеточную инженерию;	+	+
2	- основы конструирования новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ;	+	+
3	- научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении популяций микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционными и генетическими методами;	+	+
4	- строение и функции основных классов биологически активных соединений; технологии важнейших белков;	+	+
5	- основы синтеза основных классов биологически активных веществ и их физико-химические характеристики;	+	+
6	- закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток;	+	+
7	- теоретические основы решения экологических проблем с позиций современной биотехнологии;	+	+
8	- принципы конструирования биологически активных веществ с заданными свойствами;	+	+
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 <u>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>				
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		
17	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности;	+	+
		УК-1.2. Умеет анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие;	+	+
		УК-1.3. Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи;	+	+
		УК-1.5. Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинства и недостатки;	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		

18	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	<p>ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии;</li> <li>– основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем;</li> <li>– принципы систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов</li> <li>– основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования;</li> <li>– основные молекулярные механизмы передачи генетической информации;</li> <li>- базовые принципы организации структуры и функционирования генома;</li> <li>– основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии;</li> <li>– основные механизмы поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.</li> </ul>	+	+
		<p>ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи биохимических и генетических процессов в живой клетке.</p> <p>инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</li> </ul>	+	+

19	ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	ПК-4.1. Знает: – основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции <i>in vitro</i> , специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; основные молекулярные методы геномной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий.	+	+
		ПК-4.2. Знает основные принципы селекции <i>in vitro</i> , специфику методов создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии.	+	+
20	ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований.	+	+
		ПК-5.2. Владеет навыками работы с ферментами и микроорганизмами	+	+
		ПК-5.3. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике	+	+
		ПК-5.4. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-химических, химических и биохимических характеристик	+	+



21	ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.	ПК-6.1. Знает: основы термодинамики и кинетики функционирования живых систем на клеточном и популяционном уровне, принципы описания их роста и биосинтеза продуктов; принципы математического описания, основные подходы и методы математического моделирования биологических объектов, систем и процессов.	+	+
		ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных исследований с использованием стандартных пакетов программ.	+	+

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *19.03.01 Биотехнология* проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *19.03.01 Биотехнология* проведение лабораторных занятий по практике 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 практики в случае выполнения выпускной квалификационной работы в виде НИР составляет освоение методов, приемов, технологий анализа и систематизации научно-технической информации, разработка планов и программ проведения научных исследований и выполнение исследований по теме выпускной квалификационной работы с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится.

При прохождении практики обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

- посещение семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;
- посещение предприятий по производству биотехнологической продукции, выставок;
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

## **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 (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 60 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика отчетов по практике**

1. Исследование механизма формирования рубца в трехмерной модели эквивалента кожи человека.
2. Получение рекомбинантного фактора роста сосудистого эндотелия VEGF и его аналогов.
3. Исследование пробиотических свойств лактобактерий и оценка их витамин-В-синтезирующей способности.
4. Использование жировой фракции отходов переработки мясокостной шкуры для культивирования микроорганизмов.
5. Получение углеводно-белковых комплексов на основе белков кукурузной муки.

6. Оптимизация предварительной ферментативной обработки ржаной муки для получения функциональных напитков с лактобактериями.
7. Влияние хитозана на структуру и функциональные свойства комплексов молочных белков с нутрицевтиками.
8. Действие летучих органических веществ на quorum sensing.
9. Переклонирование ПЦР ампликонов с геном зелёного флуоресцентного белка медузы *Aequorea victoria* в штамм-продуцент *E.coli* MC1061 при помощи pAL2-T-вектора.
10. Получение пектина из свекловичного жома.
11. Получение рекомбинантных белков-добавок, входящих в состав разрабатываемых бессывороточных сред для культивирования эукариотических клеток-продуцентов.
12. Поиск эффективных грибных продуцентов наночастиц серебра
13. Поиск новых высокоактивных металло-зависимых амидаз для биокаталитического синтеза акриловых мономеров.
14. Исследование сообщества микроорганизмов на основе метилотрофных бактерий, выделенных из образцов почвы полуострова Ямал.
15. Оптимизация питательных сред для культивирования клеток ВНК-21.
16. Получение белковых ингредиентов для функционального питания на основе яичного и растительного белка.
17. Подбор питательной среды для культивирования галофилов.
18. Анализ изменений внутриклеточной локализации М-белка SARS-CoV-2 с помощью флуоресцентной микроскопии.
19. Бактерицидные свойства препаратов серебра при выращивании растений в малообъемной технологии.
20. Свойства функциональных напитков на основе изолята горохового белка.
21. Оценка пробиотического потенциала и витамин-В-синтезирующей способности штаммов бифидобактерий.
22. Анализ современного производства препаратов на основе нуклеиновых компонентов.
23. Белково-полисахаридные системы доставки биологически активных веществ: структура и свойства.
24. Исследование видового состава и динамики численности молочнокислых бактерий сообщества кефирных грибков.
25. Гетерологическая экспрессия химерных белков *L. acidophilus* для лечения аллергии.
26. Пробиотические напитки на основе изолята белка подсолнечника.
27. Влияние криохранения на жизнеспособность клеток кожи человека и динамику популяции эпидермальных стволовых клеток.
28. Изучение секреции бактерий.
29. Свойства функциональных напитков на основе изолята белка подсолнечника.
30. Изучение свойств грибов рода *Trichoderma*.
31. Филогенетические исследования близкородственных микроорганизмов на примере дрожжей рода *Saccharomyces*.
32. Молекулярно-генетическое изучение дрожжей *Kluyveromyces*, выделенных из молочных продуктов.
33. Интенсификация биосинтеза L-молочной кислоты культурой *Lactobacillus paracasei* в условиях периодической и полупериодической ферментации
34. Получение полисахаридных и белково-полисахаридных комплексов как систем доставки лекарственных препаратов.
35. Биотехнологический способ получения и функциональная характеристика основного аллергена ольхи *Aln g 1*

36. Разнообразие и метаболические характеристики аэробных бактерий из нефтезагрязнённых почв и воды Мурманской области (Россия)
37. Изучение внеклеточных везикул, выделенных из клеток костного мозга и клеток крови мышей после облучения.
38. Исследование сообщества микроорганизмов на основе метанооксиляющих бактерий, выделенных из образцов почвы полуострова Ямал.
39. Сравнение эффективности способов получения и физико-химических свойств липосом на основе яичного и соевого лецитина.
40. Получение рекомбинантных вариантов RBD вируса SARS-CoV-2 для поиска вируснейтрализующих антител.
41. Изучение синтеза монотерпена линалоола рекомбинантными дрожжами *Yarrowia lipolytica*.
42. Разработка пайплайна для выявления дифференциальной экспрессии миРНК на примере модели до-симптомной стадии болезни Паркинсона.
43. Денатурация коллагена под действием различных терапевтических агентов.
44. Изучение детерминант устойчивости к новейшим противотуберкулёзным препаратам в геноме *Mycobacterium tuberculosis*.
45. Современные подходы к производству кормовой биомассы метанооксиляющих бактерий.
46. Изучение явления кворум сенсинг в бактериальных культурах.
47. Оценка потенциала растительного сырья для получения бактериоцинов молочнокислых бактерий.
48. Реактивация микроорганизмов, инкапсулированных в солевые кристаллы.
49. Методы оптимизации экспрессии генов в бактериях *Rhodococcus* – микробной платформе для технологий биокатализа и биоремедиации.
50. Выбор возможных путей применения клеточных стенок метанооксиляющих бактерий.
51. Получение нового штамма метанооксиляющих бактерий автоселекцией в условиях непрерывного культивирования.
52. Обзор перспективных биотехнологий получения молочной кислоты – “зеленого” реагента для синтеза биodeградируемых полимеров.

## 8.2. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики (зачёт 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.

## 8.3. Структура и пример билетов для зачёта с оценкой

Зачет с оценкой по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой:

«Утверждаю» Заведующий кафедрой биотехнологии  _____ В.И. Панфилов  «__» _____ 20__ г.	<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 Профиль – «Биотехнология»</b>
	<b>Производственная практика: преддипломная практика</b>
<b>Билет № 1</b>	
1. Характеристика выбранного предприятия (НИИ) для прохождения практики.	
2. Характеристика освоенных методов исследования.	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### *А. Основная литература*

1. 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.

2. Номер методички: 5006п | Методические указания по подготовке, оформлению и защите выпускной квалификационной работы на степень бакалавра по направлению 19.03.01 "Биотехнология" [Электронный ресурс]: учебное пособие / сост. Н. Б. Градова [и др.], 2014. - 32 с.

#### *Б. Дополнительная литература*

1. Просеков, А. Ю. Общая биология и микробиология : учебное пособие / А. Ю. Просеков и др. . - СПб : Проспект Науки, 2017. - 320 с. - ISBN 978-5-903090-71-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/PN0032.html> (дата обращения: 30.04.2022). - Режим доступа : по подписке.

## 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)

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- 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 практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 г составляет 1719785 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 проводится в форме самостоятельной работы обучающегося, как правило, на кафедре, осуществляющей подготовку обучающегося, и включает освоение программы практики с использованием материально-технической базы кафедры.

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

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием:

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.

Библиотека, имеющая рабочие места, 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; 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

Перечень ресурсов

### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint	Сублицензионный	3	Действительно

	Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.		до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1.</b> Научно-исследовательский этап	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- биохимию и физиологию микроорганизмов и других биологических объектов;</li> <li>прикладную молекулярную биологию, генетическую и клеточную инженерию;</li> <li>- основы конструирования новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ;</li> <li>- научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении популяций микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционными и генетическими методами;</li> <li>- строение и функции основных классов биологически активных соединений; технологии важнейших белков;</li> <li>- основы синтеза основных классов биологически активных веществ и их физико-химические характеристики;</li> <li>- закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток;</li> <li>- теоретические основы решения экологических проблем с позиций современной биотехнологии;</li> <li>- принципы конструирования биологически активных веществ с заданными свойствами;</li> </ul>	Оценка за отчет по практике



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы создания производственных процессов получения биологически активных веществ;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробных, животных и растительных клеток;</li> <li>- проводить синтез, физико-химическое исследование и анализ биологически активных веществ;</li> <li>- осуществлять химико-технический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологического процесса;</li> <li>- планировать и проводить научные исследования;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами селекции, модификации и конструирования живых систем и их компонентов как объектов деятельности биотехнологии;</li> <li>- методами биосинтеза, выделения и идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации;</li> <li>- приемами и методами безопасной работы с соединениями, обладающими физиологической активностью и культурами биологических агентов.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 2.</b> Обработка и анализ полученной информации</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- биохимию и физиологию микроорганизмов и других биологических объектов;</li> </ul> <p>прикладную молекулярную биологию, генетическую и клеточную инженерию;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы конструирования новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ;</li> <li>- научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении популяций микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционными и генетическими методами;</li> <li>- строение и функции основных классов биологически активных соединений;</li> <li>технологии важнейших белков;</li> <li>- основы синтеза основных классов</li> </ul>	<p>Оценка за отчет по практике</p> <p>Оценка, полученная на зачете с оценкой</p>

	<p>биологически активных веществ и их физико-химические характеристики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток;</li> <li>- теоретические основы решения экологических проблем с позиций современной биотехнологии;</li> <li>- принципы конструирования биологически активных веществ с заданными свойствами;</li> <li>- теоретические основы создания производственных процессов получения биологически активных веществ;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробных, животных и растительных клеток;</li> <li>- проводить синтез, физико-химическое исследование и анализ биологически активных веществ;</li> <li>- осуществлять химико-технический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологического процесса;</li> <li>- планировать и проводить научные исследования;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами селекции, модификации и конструирования живых систем и их компонентов как объектов деятельности биотехнологии;</li> <li>- методами биосинтеза, выделения и идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации;</li> <li>- приемами и методами безопасной работы с соединениями, обладающими физиологической активностью и культурами биологических агентов.</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;
- 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: преддипломная практика»**  
**основной образовательной программы**  
19.03.01 «Биотехнология»  
«Биотехнология»

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»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ:  
ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки – «Биотехнология»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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 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: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, 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 для направления подготовки бакалавров **19.03.01 Биотехнология** (ФГОС ВО), профиль «**Биотехнология**», рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, относится к обязательной части образовательной программы и завершается присвоением квалификации «Бакалавр». Успешное прохождение государственной итоговой аттестации является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации образца, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы обучающихся по программе бакалавриата проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

Защита ВКР предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, микробиологии и общей биотехнологии.

**Цель государственной итоговой аттестации: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** – 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: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** – 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.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

К государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология**, профиль «**Биотехнология**».

У выпускника, освоившего программу бакалавриата, должны быть сформированы следующие **компетенции**:

### **Универсальные компетенции:**

- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;
- УК-3. Способен осуществлять социальные взаимодействия и реализовывать свою роль в команде;
- УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном (ых) языке (ах);
- УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;
- УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;
- УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;
- УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности;
- УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.

### **Общепрофессиональные компетенции:**

- ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях;
- ОПК-2. Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование с учетом основных требований информационной безопасности;
- ОПК-3. Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.;
- ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний;
- ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции;



- ОПК-6. Способен разрабатывать составные части технической документации, связанных с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил;
- ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.

#### **Профессиональные компетенции:**

- ПК-1. способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;
- ПК-2. способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов;
- ПК-3. способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях;
- ПК-4. способен провести селекцию *in vitro*, использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;
- ПК-5. способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях;
- ПК-6. способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.

Индикаторы достижения компетенций прописаны в основной характеристике образовательной программы.

В результате прохождения государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты 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;

#### *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.

### 3. ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проходит в 8-м семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления **19.03.01 Биотехнология**, профиль «**Биотехнология**» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8-м семестре (4-й 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		215,33
<b>Вид контроля:</b>	<b>защита ВКР</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<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: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы 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: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы – 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 и защиты выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО 3++) у студента проверяется сформированность следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности	Защита ВКР
<b>Знать:</b>	
- современные научные достижения и перспективные направления работ в области биотехнологии;	+
- статистические методы обработки экспериментальных результатов;	+
- современные методы биотехнологических исследований;	+
<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.	+

В результате прохождения государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО 3++) у студента проверяется сформированность следующих <b>компетенций</b> :	
<b>Универсальных компетенций:</b>	
- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;	+
- УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;	+
- УК-3. Способен осуществлять социальные взаимодействия и реализовывать свою роль в команде;	+
- УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном (ых) языке (ах);	+
- УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;	+
- УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;	+
- УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;	+
- УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;	+
- УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности;	+
- УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.	+
<b>Общепрофессиональных компетенций:</b>	
- ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях;	+
- ОПК-2. Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование с учетом основных требований информационной безопасности;	+
- ОПК-3. Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности;	+
- ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний;	+
- ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование,	+

выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции;	
- ОПК-6. Способен разрабатывать составные части технической документации, связанных с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил;	+
- ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.	+
<b>Профессиональных компетенций:</b>	
- ПК-1. способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;	+
- ПК-2. способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов;	+
- ПК-3. способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях;	+
- ПК-4. способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии;	+
- ПК-5. способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях;	+
ПК-6. способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению **19.03.01 Биотехнология**, профиль «**Биотехнология**» «Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» проведение практических занятий не предполагает.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению **19.03.01 Биотехнология**, профиль «**Биотехнология**» «Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» проведение лабораторных занятий не предполагает.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению **19.03.01 Биотехнология**, профиль «**Биотехнология**» «Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» предполагает 216 акад. часов самостоятельной работы.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 8.1. Примерная тематика выпускных квалификационных работ

1. Исследование механизма формирования рубца в трехмерной модели эквивалента кожи человека.
2. Получение рекомбинантного фактора роста сосудистого эндотелия VEGF и его аналогов.
3. Исследование пробиотических свойств лактобактерий и оценка их витамин-В-синтезирующей способности.
4. Использование жировой фракции отходов переработки мясокостной шкуры для культивирования микроорганизмов.
5. Получение углеводно-белковых комплексов на основе белков кукурузной муки.
6. Оптимизация предварительной ферментативной обработки ржаной муки для получения функциональных напитков с лактобактериями.
7. Влияние хитозана на структуру и функциональные свойства комплексов молочных белков с нутрицевтиками.
8. Действие летучих органических веществ на quorum sensing.
9. Переклонирование ПЦР ампликонов с геном зелёного флуоресцентного белка медузы *Aequorea victoria* в штамм-продуцент *E.coli* MC1061 при помощи pAL2-T-вектора.
10. Получение пектина из свекловичного жома.
11. Получение рекомбинантных белков-добавок, входящих в состав разрабатываемых бессывороточных сред для культивирования эукариотических клеток-продуцентов.
12. Поиск эффективных грибных продуцентов наночастиц серебра
13. Поиск новых высокоактивных металло-зависимых амидаз для биокаталитического синтеза акриловых мономеров.
14. Исследование сообщества микроорганизмов на основе метилотрофных бактерий, выделенных из образцов почвы полуострова Ямал.

15. Оптимизация питательных сред для культивирования клеток ВНК-21.
16. Получение белковых ингредиентов для функционального питания на основе яичного и растительного белка.
17. Подбор питательной среды для культивирования галофилов.
18. Анализ изменений внутриклеточной локализации М-белка SARS-CoV-2 с помощью флуоресцентной микроскопии.
19. Бактерицидные свойства препаратов серебра при выращивании растений в малообъемной технологии.
20. Свойства функциональных напитков на основе изолята горохового белка.
21. Оценка пробиотического потенциала и витамин-В-синтезирующей способности штаммов бифидобактерий.
22. Анализ современного производства препаратов на основе нуклеиновых компонентов.
23. Белково-полисахаридные системы доставки биологически активных веществ: структура и свойства.
24. Исследование видового состава и динамики численности молочнокислых бактерий сообщества кефирных грибков.
25. Гетерологическая экспрессия химерных белков *L. acidophilus* для лечения аллергии.
26. Пробиотические напитки на основе изолята белка подсолнечника.
27. Влияние криохранения на жизнеспособность клеток кожи человека и динамику популяции эпидермальных стволовых клеток.
28. Изучение секреции бактерий.
29. Свойства функциональных напитков на основе изолята белка подсолнечника.
30. Изучение свойств грибов рода *Trichoderma*.
31. Филогенетические исследования близкородственных микроорганизмов на примере дрожжей рода *Saccharomyces*.
32. Молекулярно-генетическое изучение дрожжей *Kluveromyces*, выделенных из молочных продуктов.
33. Интенсификация биосинтеза L-молочной кислоты культурой *Lactobacillus paracasei* в условиях периодической и полупериодической ферментации
34. Получение полисахаридных и белково-полисахаридных комплексов как систем доставки лекарственных препаратов.
35. Биотехнологический способ получения и функциональная характеристика основного аллергена ольхи  $\text{A}1\text{n g} 1$
36. Разнообразие и метаболические характеристики аэробных бактерий из нефтезагрязнённых почв и воды Мурманской области (Россия)
37. Изучение внеклеточных везикул, выделенных из клеток костного мозга и клеток крови мышей после облучения.
38. Исследование сообщества микроорганизмов на основе метанооксиляющих бактерий, выделенных из образцов почвы полуострова Ямал.
39. Сравнение эффективности способов получения и физико-химических свойств липосом на основе яичного и соевого лецитина.
40. Получение рекомбинантных вариантов RBD вируса SARS-CoV-2 для поиска вируснейтрализующих антител.
41. Изучение синтеза монотерпена линалоола рекомбинантными дрожжами *Yarrowia lipolytica*.
42. Разработка пайплайна для выявления дифференциальной экспрессии миРНК на примере модели до-симптомной стадии болезни Паркинсона.
43. Денатурация коллагена под действием различных терапевтических агентов.

44. Изучение детерминант устойчивости к новейшим противотуберкулёзным препаратам в геноме *Mycobacterium tuberculosis*.
45. Современные подходы к производству кормовой биомассы метаноксиляющих бактерий.
46. Изучение явления кворум сенсинг в бактериальных культурах.
47. Оценка потенциала растительного сырья для получения бактериоцинов молочнокислых бактерий.
48. Реактивация микроорганизмов, инкапсулированных в солевые кристаллы.
49. Методы оптимизации экспрессии генов в бактериях *Rhodococcus* – микробной платформе для технологий биокатализа и биоремедиации.
50. Выбор возможных путей применения клеточных стенок метаноксиляющих бактерий.
51. Получение нового штамма метаноксиляющих бактерий автоселекцией в условиях непрерывного культивирования.
52. Обзор перспективных биотехнологий получения молочной кислоты – “зеленого” реагента для синтеза биodeградируемых полимеров.

### **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 план-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 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 сопровождаются 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**

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

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- <http://www.webofscience.com>
- [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)
- Blast (<http://cn.expasy.org/tools/blast>)
- Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)
- ProtDist, Bionj и DrawTree из пакета программ Phylip (<http://bioweb.pasteur.fr>)
- UniProt (<https://www.uniprot.org/>)
- Prosite (<http://kr.expasy.org/prosite>)
- EMBnet (<https://www.embnet.org/wp/>)
- Entrez (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>)
- Muscle (<http://www.drive5.com/muscle/>)
- ITOL (<https://itol.embl.de/>)
- PDB (<http://www.rcsb.org>)
- Kegg ( <http://www.genome.jp/kegg/>)
- <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ 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**.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1719785 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: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы: презентационное оборудование (мультимедиапроектор, экран, компьютер для управления).

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

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.

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

Методические указания по выполнению ВКР.

### **11.3. 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; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

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

Библиотека (имеющая 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.

#### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Офисный пакет Microsoft Office Standard 2013 (категория: лицензионное).	Государственный контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013;	2	бессрочная
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Сублицензионный договор № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021.	3	Действительно до 06.09.2022
3	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) OriginPro 8.5 Department Wide License	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	2	бессрочная

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов ГИА	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований.</b></p> <p>1.1 Выполнение научных исследований.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные научные достижения и перспективные направления работ в области биотехнологии;</li> <li>- статистические методы обработки экспериментальных результатов;</li> <li>- современные методы биотехнологических исследований;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин для решения фундаментальных и прикладных задач в области биотехнологии, - формулировать цели и задачи научного исследования;</li> <li>- проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования;</li> <li>- представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками планирования и проведения научных исследований в области биотехнологии;</li> <li>- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами.</li> </ul>	<p>Оценка за первое и второе промежуточные представления результатов научных исследований.</p> <p>Оценка на ГИА.</p>

<p><b>Раздел 2. Выполнение и представление результатов научных исследований.</b></p> <p>1.2 Подготовка научного доклада и презентации.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные научные достижения и перспективные направления работ в области биотехнологии;</li> <li>- статистические методы обработки экспериментальных результатов;</li> <li>- современные методы биотехнологических исследований;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин для решения фундаментальных и прикладных задач в области биотехнологии, - формулировать цели и задачи научного исследования;</li> <li>- проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования;</li> <li>- представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками планирования и проведения научных исследований в области биотехнологии;</li> <li>- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами.</li> </ul>	<p>Оценка за третье промежуточное представление результатов научных исследований.</p> <p>Оценка на ГИА.</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: подготовка к процедуре защиты и защита  
выпускной квалификационной работы**

**основной образовательной программы**

19.03.01 «Биотехнология»

Профиль «Биотехнология»

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.