

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА**

**по направлению подготовки  
18.03.01 Химическая технология**

---

(Код и наименование направления подготовки)

**Профиль:  
Технология электрохимических производств**

---

(Наименование профиля подготовки)

**форма обучения:**

**очная**

---

(очная, очно-заочная, заочная)

**Квалификация: Бакалавр**

**Москва 2021**

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1 Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа подготовки бакалавров (далее – программа бакалавриата, ООП бакалавриата),** реализуемая федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**, профиль «**Технология электрохимических производств**», представляет собой комплекс основных характеристик образования и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), оценочных и методических материалов, рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестации.

**1.2 Нормативные документы для разработки программы бакалавриата по направлению подготовки** составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 07.08.2020г. № 922 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**);
- Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».
- Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014. № 211н;
- Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2014 № 614н;
- Профессиональный стандарт «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2020 № 569н.
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 29.03.2021).
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link\\_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/) (дата обращения: 29.03.2021);
- Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27 марта 2020 г.,

протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27 марта 2020 г. № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/pologenie\\_EOiDOT\\_2.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/pologenie_EOiDOT_2.pdf) дата обращения: 29.03.2021);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local\\_doc/pologenie\\_prakt\\_podgotovka\\_2.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/pologenie_prakt_podgotovka_2.pdf) дата обращения: 29.03.2021).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 29.03.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 29.03.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 29.03.2021).

### **1.3 Общая характеристика программы бакалавриата**

**Целью программы бакалавриата** является создание для обучающихся условий для приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности и подготовки к защите выпускной квалификационной работы.

Получение образования по образовательной программе высшего образования – программе бакалавриата допускается только в образовательной организации высшего образования и научной организации (далее – организация).

Обучение по образовательной программе высшего образования – программе бакалавриата в образовательной организации осуществляется в очной, очно-заочной и заочной формах обучения. Объем программы бакалавриата составляет 240 зачетных единиц (далее – з.е.) вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану.

Объем программы бакалавриата, реализуемый за один учебный год, составляет не более 70 з.е. вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану (за исключением ускоренного обучения), а при ускоренном обучении – не более 80 з.е.

Срок получения образования по программе бакалавриата (вне зависимости от применяемых образовательных технологий):

- в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет 4 года;

- в очно-заочной или заочной формах обучения увеличивается не менее чем на 6 месяцев и не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования в очной форме обучения;

- при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ОВЗ может быть увеличен по их заявлению не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования, установленным для соответствующей формы обучения.

Организация самостоятельно определяет:

- срок получения образования по программе бакалавриата в очно-заочной или заочной формах обучения, а также по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении;

- объем программы бакалавриата, реализуемый за один учебный год.

При реализации программы бакалавриата организация вправе применять электронное обучение, дистанционные образовательные технологии.

Реализация программы бакалавриата с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий не допускается.

Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, применяемые при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – инвалиды и лица с ОВЗ), должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация программы бакалавриата осуществляется организацией как самостоятельно, так и посредством сетевой формы.

Образовательная деятельность по программе бакалавриата осуществляется на государственном языке Российской Федерации, если иное не определено локальным нормативным актом организации.

Структура программы бакалавриата (обязательная часть; часть, формируемая участниками образовательных отношений; факультативы) – из соответствующего ФГОС.

В рамках программы бакалавриата выделяются обязательная часть и часть, формируемая участниками образовательных отношений. При разработке программы бакалавриата обучающимся обеспечивается возможность освоения элективных дисциплин (модулей) и факультативных дисциплин (модулей). Факультативные дисциплины (модули) не включаются в объем программы бакалавриата.

Программа бакалавриата состоит из следующих блоков:

– Блок 1 «Дисциплины (модули)» Описание блока из ФГОС

– Блок 2 «Практика» Описание блока из ФГОС

– Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» Описание блока из ФГОС

(Из соответствующего ФГОС)

### Структура программы бакалавриата

(Из соответствующего ФГОС)

| Структура программы бакалавриата |                                     | Объем программы бакалавриата в зачетных единицах |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Блок 1                           | Дисциплины (модули)                 | не менее 180                                     |
| Блок 2                           | Практика                            | не менее 15                                      |
| Блок 3                           | Государственная итоговая аттестация | не менее 6                                       |
| Объем программы бакалавриата     |                                     | 240  |

В Блок 1 «Дисциплины (модули)» входят дисциплины (модули) по философии, истории (истории России, всеобщей истории), иностранному языку, безопасности жизнедеятельности, по физической культуре и спорту (в объеме не менее 2 з.е., не менее 328 академических часов, которые являются обязательными для освоения, не переводятся в з.е. и не включаются в объем программы бакалавриата, в рамках элективных дисциплин (модулей в очной форме обучения). Дисциплины (модули) по физической культуре и спорту реализуются в порядке, установленном организацией. Для лиц с ОВЗ организация устанавливает особый порядок освоения дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту с учетом состояния их здоровья (<https://www.muotr.ru/sveden/ovz/>).

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практики.

Типы учебной практики:

- ознакомительная;

- технологическая (проектно-технологическая) практика;
- эксплуатационная практика;
- научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Типы производственной практики:

- технологическая (проектно-технологическая) практика;
- эксплуатационная практика;
- научно-исследовательская работа.

Организация выбирает один или несколько типов учебной практики и один или несколько типов производственной из перечня; вправе выбрать один или несколько типов учебной практики и (или) производственной практики (при наличии); вправе установить дополнительный тип (типы) учебной и (или) производственной практик; устанавливает объемы практик каждого типа.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входят:

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (если организация включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации);
- подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Количество и соотношение часов по блокам, видам учебной нагрузки.

Объем обязательной части без учета объема государственной итоговой аттестации должен составлять не менее 60 процентов общего объема программы бакалавриата.

#### **1.4 Требования к поступающему**

Требования к поступающему определяются федеральным законодательством в области образования, в том числе Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата на соответствующий учебный год.

## **2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ БАКАЛАВРИАТА**

2.1 Область профессиональной деятельности и сфера профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП бакалавриата, включает:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива; производства полимерных материалов, лаков и красок; производства энергонасыщенных материалов; производства лекарственных препаратов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства химических источников тока; производства защитно-декоративных покрытий; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов, нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).

2.2 Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники в рамках освоения ООП бакалавриата:

- научно-исследовательские;
- технологические.

2.3 Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП бакалавриата, или областью (областями) знания являются:

- металлические, неметаллические и композиционные покрытия; печатные платы, компоненты электронных устройств, микропроцессоры, химическая продукция неорганической и органической природы;
- приборы и методы определения состава и свойства веществ и материалов в области профессиональной деятельности;
- оборудование, технологические процессы и промышленные системы для получения веществ, материалов, изделий, а также для защиты окружающей среды от влияния промышленного производства, энергетики и транспорта.

### **3 СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА**

Содержание и организация образовательного процесса при реализации ООП высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** регламентируется:

- учебным планом;
- календарным учебным графиком;
- рабочими программами дисциплин (модулей);
- рабочими программами практик;
- программой государственной итоговой аттестации;
- фондами оценочных средств;
- методическими указаниями по соответствующей ООП;
- рабочей программой воспитания;
- календарным планом воспитательной работы.

#### **3.1 Учебный план**

Учебный план ООП бакалавриата включает перечень дисциплин (модулей), практик, аттестационных испытаний промежуточной и государственной итоговой аттестации обучающихся, других видов учебной деятельности с указанием их объема в зачетных единицах, последовательности и распределения по периодам обучения; выделяется объем контактной работы обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и самостоятельной работы обучающихся в академических (астрономических) часах. Для каждой дисциплины (модуля) и практики указывается форма промежуточной аттестации обучающихся.

Учебный план представлен в приложении.

#### **3.2 Календарный учебный график**

Последовательность реализации программы бакалавриата по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и государственную итоговую аттестации, каникулы) приводится в календарном учебном графике.

Календарный учебный график представлен в приложении.

#### **3.3 Рабочие программы дисциплин (модулей)**

В ООП бакалавриата в приложении представлены все рабочие программы дисциплин (модулей).

#### **3.4 Рабочие программы практик**

ООП бакалавриата предусматривает достаточный для формирования, закрепления и развития практических навыков и компетенций объем практики. Практика представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практика закрепляет знания и умения,

приобретаемые обучающимися в результате освоения теоретических курсов, вырабатывает практические навыки и способствует комплексному формированию универсальных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций обучающихся. Программы практик приведены в приложении.

При реализации ООП бакалавриата предусматриваются следующие виды практик:

- учебная;
- производственная.

#### **3.4.1 Учебная практика**

Тип практики: ознакомительная.

Задачей практики является получение первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности. Практика осуществляется в ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ на кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов. Руководство практикой осуществляет преподаватель кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов, техническую поддержку осуществляют инженерно-технический персонал по учебному процессу.

#### **3.4.2 Производственная практика**

Тип практики: технологическая (проектно-технологическая).

Задачей практики является практическое закрепление и углубление полученных в университете знаний по вопросам использования вычислительной техники, информационных технологий и систем, применяемых на предприятиях и в организациях, изучение математического, программного, аппаратного и информационного обеспечения управляющих систем различного уровня и назначения, а также получение опыта профессиональной деятельности, приобретение обучаемым опыта в исследовании актуальной прикладной проблемы. Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева и (или) на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

Практика проводится в одном из подразделений предприятий или организаций, в число которых могут входить: отделы информационных технологий и информатизации; IT-технологий; автоматизации; отделы АСУП и АСУ ТП; инженерные центры информационных технологий; вычислительные и научно-исследовательские центры.

#### **3.4.3 Научно-исследовательская работа**

Тип практики: научно-исследовательская работа.

Задачей научно-исследовательской работы является изучение конкретного производственного процесса по результатам выбранного объекта для научно-исследовательской или проектной деятельности; изучение системы управления качеством продукции, технико-экономических показателей, мероприятий по технике безопасности и охране окружающей среды; приобретение необходимых практических навыков для выполнения выпускной квалификационной работы. Научно-исследовательская работа осуществляется в ОРГАНИЗАЦИИ на Кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов и/или в одном из подразделений предприятия, организаций, с которыми заключены соответствующие договоры о практической подготовке, в число которых могут входить: отделы информационных технологий и информатизации; IT-технологий; автоматизации; отделы АСУП и АСУ ТП; инженерные центры информационных технологий; вычислительные и научно-исследовательские центры.

### **3.4.4 Преддипломная практика**

Тип практики: преддипломная практика.

Задачей практики является максимальное приближение к выполнению выпускной квалификационной работы, т.е. подробное знакомство с объектом информатизации, его особенностями, узкими местами и недостатками работы; сбор необходимой информации, которая затем будет использована при решении практической инженерной задачи. Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева и (или) на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

Практика проводится в одном из подразделений предприятий или организаций, в число которых могут входить: отделы информационных технологий и информатизации; IT-технологий; автоматизации; отделы АСУП и АСУ ТП; инженерные центры информационных технологий; вычислительные и научно-исследовательские центры

Выбор мест прохождения практик для лиц с ограниченными возможностями здоровья производится с учетом состояния здоровья обучающихся и требованиями по доступности.

### **3.5 Программа государственной итоговой аттестации (ГИА)**

Программа государственной итоговой аттестации является приложением к ООП бакалавриата.

В государственную итоговую аттестацию входит выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

### **3.6 Фонд оценочных средств (ФОС)**

ФОС создается в соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП бакалавриата для проведения входного (*если есть!*) и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися ООП, входит в состав ООП бакалавриата.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям ООП бакалавриата, рабочих программ дисциплин (модулей) и практик.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА приведены в приложении.

Инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (по их заявлению) предоставляется возможность обучения по ООП бакалавриата, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и, при необходимости, обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию.



### 3.7. Рабочая программа воспитания

Рабочая программа воспитания, разработанная и утвержденная образовательной организацией, определяет комплекс основных характеристик осуществляемой в образовательной организации воспитательной работы по соответствующей основной образовательной программе:

- цель, задачи, основные направления и темы воспитательной работы;
- возможные формы, средства и методы воспитания, включая использование воспитательного потенциала дисциплин (модулей);
- подходы к индивидуализации содержания воспитания с учетом особенностей обучающихся;
- показатели эффективности воспитательной работы, в том числе планируемые личностные результаты воспитания, и иные компоненты.

### 3.8. Календарный план воспитательной работы

Календарный план воспитательной работы, разработанный и утвержденный образовательной организацией, содержит конкретный перечень событий и мероприятий воспитательной направленности, которые организуются и проводятся образовательной организацией и (или) в которых образовательная организация принимает участие, в соответствии с основными направлениями и темами воспитательной работы, выбранными формами, средствами и методами воспитания в учебном году или периоде обучения.

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

Совокупный ожидаемый результат образования по завершении освоения ООП бакалавриата определяется приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностями применять знания, умения, навыки и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения ООП бакалавриата у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший ООП, должен обладать следующими компетенциями.

### 4.1 Универсальные компетенции выпускников 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;<br>УК-1.2 Умеет анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие;<br>УК-1.3 Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи;<br>УК-1.4 Умеет определять и оценивать варианты возможных решений задачи;<br>УК-1.5 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, |

|                                  |  |   |
|----------------------------------|--|---|
|                                  |  | оценивания их достоинств и недостатков.   |
| 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 | <p>УК-2.1 Знает правила и условности при выполнении конструкторской документации проекта;</p> <p>УК-2.2 Знает основы расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов; оборудования химической промышленности</p> <p>УК-2.3 Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности;</p> <p>УК-2.4 Умеет определять ожидаемые результаты проектирования элементов оборудования химической промышленности;</p> <p>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;</p> <p>УК-2.6 Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время;</p> <p>УК-2.7 Умеет публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта;</p> <p>УК-2.8 Владеет способами и приемами изображения элементов химического оборудования в одной из графических систем;</p> <p>УК-2.9 Владеет методами механики применительно к расчетам аппаратов химической промышленности;</p> <p>УК-2.10 Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.</p> |
| Командная работа и лидерство     | УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие 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-3.5 Владеет основными методами сбора и анализа информации,</p>  |

|                              |  |  |
|------------------------------|--|--|
|                              |  | способствующей развитию общей культуры и социализации личности;<br>УК-3.6 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию.  |
| Коммуникация                 | УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах). | УК-4.1 Знает основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели, русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;<br>УК-4.2 Знает основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности, приемы работы с оригинальной литературой по специальности;<br>УК-4.3 Знает пассивную и активную лексику, в том числе, общенаучную и специальную терминологию, необходимую для решения стандартных коммуникативных задач;<br>УК-4.4 Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на государственном и иностранном языках;<br>УК-4.5 Умеет работать с оригинальной литературой по специальности со словарем;<br>УК-4.6 Владеет ведением деловой переписки на иностранном языке, речевой деятельностью применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации;<br>УК-4.7 Владеет ведением деловой переписки с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем, социокультурных различий в формате корреспонденции на государственном и иностранном языках;<br>УК-4.8 Владеет навыками речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;<br>УК-4.9 Владеет основной иноязычной терминологией специальности, основами реферирования и аннотирования литературы по специальности. |
| Межкультурное взаимодействие | УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие   | УК-5.1 Знает основные закономерности исторического процесса и этапы исторического развития России;<br>УК-5.2 Знает этно-культурные и   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.</p> | <p>социально-политические процессы становления российской государственности;<br/> УК-5.3 Знает место и роль России в истории человечества и в современном мире;<br/> УК-5.4 Знает основные разделы и направления философии, а также методы и приемы философского анализа проблем;<br/> УК-5.5 Знает нравственные ценности, представления о совершенном человеке в различных культурах;<br/> УК-5.6 Умеет осмысливать социально-политические процессы, события и явления в России и мировом сообществе в их динамике и взаимосвязи, руководствуясь принципами научной объективности и историзма;<br/> УК-5.7 Умеет формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории;<br/> УК-5.8 Умеет понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни;<br/> УК-5.9 Умеет грамотно вести дискуссию, аргументированно отстаивать свою позицию по значимым философским проблемам современной жизни, опираясь на наработанный в истории философии материал;<br/> УК-5.10 Умеет конструктивно взаимодействовать с людьми с учетом анализа их социокультурных особенностей в целях успешного выполнения профессиональных задач;<br/> УК-5.11 Владеет представлениями об истории как науке, основами исторического мышления;<br/> УК-5.12 Владеет представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;<br/> УК-5.13 Владеет навыками анализа исторических источников;<br/> УК-5.14 Владеет навыками философской культуры для выработки системного целостного взгляда на действительность.</p> |
| <p>Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)</p> | <p>УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и</p>                 | <p>УК-6.1 Знает социально-психологические технологии развития и саморазвития;<br/> УК-6.2 Знает свои личностные, ситуативные, временные и другие ресурсы</p>  |

|                                       |   |  |
|---------------------------------------|---|--|
|                                       | <p>реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.</p>  | <p>и их пределы;<br/> УК-6.3 Умеет планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;<br/> УК-6.4 Умеет критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач;<br/> УК-6.5 Владеет приемами анализа собственных действий при управлении коллективом и при самоорганизации;<br/> УК-6.6 Владеет предоставленными возможностями для приобретения новых знаний и навыков.</p>   |
|                                       | <p>УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.</p>  | <p>УК-7.1 Знает роль и значение физической культуры в жизни человека и общества; виды физических упражнений; научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;<br/> УК-7.2 Умеет поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;<br/> УК-7.3 Умеет использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;<br/> УК-7.4 Владеет средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования; должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;</p> |
| <p>Безопасность жизнедеятельности</p> | <p>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</p> | <p>УК-8.1 Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;<br/> УК-8.2 Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности;<br/> УК-8.3 Умеет обеспечивать безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в том числе с помощью средств защиты;<br/> УК-8.4 Умеет выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте применительно к сфере своей профессиональной деятельности;<br/> УК-8.5 Умеет осуществлять действия по</p>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | ситуаций и военных конфликтов.   | предотвращению чрезвычайных ситуаций;<br>УК-8.6 Владеет законодательными и нормативно-правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды;<br>УК-8.7 Владеет способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях и в условиях военного времени;<br>УК-8.8 Владеет понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;<br>УК-8.9 Владеет навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды. |
| Инклюзивная компетентность                                 | УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах. | УК-9.1 Знает и понимает особенности поведения членов коллектива с ограничениями по здоровью;<br>УК-9.2 Умеет взаимодействовать с членами коллектива с ограничениями по здоровью;<br>УК-9.3 Владеет приемами анализа собственных действий при общении с членами коллектива с ограничениями по здоровью.   |
| Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность | УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности. | УК-10.1 Знает основы экономической культуры, в том числе финансовой грамотности;<br>УК-10.2 Умеет использовать знания основ экономики при принятии обоснованных решений в различных областях деятельности;<br>УК-10.3 Владеет навыками выбора экономически обоснованных решений в различных областях жизнедеятельности.  |
| Гражданская позиция  | УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.                         | УК-11.1 Знает правовые нормы, формирующие нетерпимое отношение к коррупционному поведению;<br>УК-11.2 Умеет реализовывать нетерпимое отношение к коррупционному поведению в различных сферах деятельности;<br>УК-11.3 Владеет методами формирования нетерпимого отношения к коррупционному поведению.  |

#### 4.2 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Наименование категории (группы) ОПК | Код и наименование ОПК  | Код и наименование индикатора достижения ОПК   |
|-------------------------------------|---|--|
| Естественно-научная подготовка      | ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов. | <p>ОПК-1.1 Знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимает принципы строения вещества и протекания химических процессов;</p> <p>ОПК-1.2. Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций;</p> <p>ОПК-1.3. Знает основные законы и соотношения физической химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач, роль физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии;</p> <p>ОПК-1.4. Знает основные законы и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем, основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем;</p> <p>ОПК-1.5 Умеет выполнять основные химические операции;</p> <p>ОПК-1.6 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения органических реагентов в органических реакциях для решения профессиональных задач;</p> <p>ОПК-1.7 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на химическое равновесие, на фазовое равновесие, на равновесие в растворах электролитов, на потенциал электродов и ЭДС гальванических элементов, на направление и скорость химических реакций; составлять кинетические уравнения для кинетически простых реакций, классифицировать электроды и электрохимические цепи, пользоваться справочной литературой по физической химии;</p> <p>ОПК-1.8 Умеет проводить расчеты с</p> |

|                                     |   |   |
|-------------------------------------|---|---|
|                                     |   | <p>использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;</p> <p>ОПК-1.9 Владеет теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физических и химических свойств неорганических соединений;</p> <p>ОПК-1.10 Владеет экспериментальными методами органического синтеза, методами очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений;</p> <p>ОПК-1.11 Владеет навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики.</p>   |
| <p>Профессиональная методология</p> | <p>ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.</p> | <p>ОПК-2.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p>ОПК-2.2 Знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей;</p> <p>ОПК-2.3 Знает технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации;</p> <p>ОПК-2.4 Знает физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;</p> <p>ОПК-2.5 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;</p> <p>ОПК-2.6 Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для</p> |



|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | <p>решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач;<br/> ОПК-2.7 Умеет решать типовые задачи, связанные, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;<br/> ОПК-2.8 Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач;<br/> ОПК-2.9 Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации;<br/> ОПК-2.10 Владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты;<br/> ОПК-2.11 Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.</p> |
| <p>Адаптация к производственным условиям</p> | <p>ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии.</p> | <p>ОПК-3.1 Знает основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;<br/> ОПК-3.2 Знает правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;<br/> ОПК-3.3 Знает основы административного, трудового и гражданского законодательства;<br/> ОПК-3.4 Знает основные категории и законы экономики;<br/> ОПК-3.5 Знает основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику; классификацию предприятий по правовому статусу;<br/> ОПК-3.6 Знает показатели использования производственных ресурсов и эффективности деятельности предприятия;<br/> ОПК-3.7 Знает содержание этапов разработки оперативных планов работы первичных производственных</p>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>подразделений;</p> <p>ОПК-3.8 Знает факторы, определяющие устойчивость биосферы, характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу, глобальные проблемы экологии и принципы рационального природопользования, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды, способы достижения устойчивого развития;</p> <p>ОПК-3.9 Умеет использовать и составлять документы правового характера, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;</p> <p>ОПК-3.10 Умеет реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности;</p> <p>ОПК-3.11 Умеет использовать знания основ экономики при решении производственных задач;</p> <p>ОПК-3.12 Умеет осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий;</p> <p>ОПК-3.13 Умеет использовать нормативно-правовые акты при работе с экологической документацией;</p> <p>ОПК-3.14 Владеет основами хозяйственного и экологического права;</p> <p>ОПК-3.15 Умеет проводить технико-экономический анализ инженерных решений;</p> <p>ОПК-3.16 Владеет методами разработки производственных программ и плановых заданий для первичных производственных подразделений;</p> <p>ОПК-3.17 Владеет навыками выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений;</p> <p>ОПК-3.18 Владеет методами выбора рационального способа снижения воздействия на окружающую среду.</p> |
| <p>Инженерная и технологическая подготовка</p> | <p>ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля</p> | <p>ОПК-4.1 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;</p>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.</p> | <p> типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;<br/> ОПК-4.2 Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;<br/> ОПК-4.3 Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;<br/> ОПК-4.4 Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства;<br/> ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии;<br/> ОПК-4.6 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 промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров;<br/> ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса;<br/> ОПК-4.8 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать техноло-гическую эффективность производства;<br/> ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в</p> |
|--|--|--|

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | <p>химическом реакторе;<br/> ОПК-4.10 Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса;<br/> ОПК-4.11 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов;<br/> ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования;<br/> ОПК-4.13 Владеет правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов;<br/> ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов;<br/> ОПК-4.15 Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов;<br/> ОПК-4.16 Владеет пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов.</p> |
| <p>Научные исследования и разработки</p> | <p>ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.</p> | <p>ОПК-5.1 Знает основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ;<br/> ОПК-5.2 Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических;<br/> ОПК-5.3 Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;<br/> ОПК-5.4 Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи;<br/> ОПК-5.5 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента;<br/> ОПК-5.6 Владеет методами математической статистики для обработки результатов</p>  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности</p> | <p>ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p> | <p>активных и пассивных экспериментов.<br/> ОПК-6.1 Знает и соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности;<br/> ОПК-6.2 Умеет решать инженерно-технические задачи и задачи вычислительной математики с применением современных программных комплексов и языков программирования;<br/> ОПК-6.3 Владеет современными информационными технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации</p> |
|--|---|--|

### 4.3 Профессиональные компетенции выпускников 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>Тип задач профессиональной деятельности: проектный</b>  |   |   |  |   |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации. | Химическое, химико-технологическое производство;<br><br>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства). | ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции. | ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса.   | Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.<br><br>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от |
|  |   |   | ПК 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции. |   |
|  |   |   | ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.   |   |

|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
|  |  |   |  | 04.03.2014 № 121 н,<br>Обобщенная трудовая<br>функция<br>А. Проведение научно-<br>исследовательских и<br>опытно-конструкторских<br>разработок по отдельным<br>разделам темы.<br>А/02.5. Осуществление<br>выполнения экспериментов<br>и оформления результатов<br>исследований и разработок.<br>(уровень квалификации – 5).  |
| Выполнение<br>фундаментальных и<br>прикладных работ<br>поискового,<br>теоретического и<br>экспериментального<br>характера с целью<br>определения технических<br>характеристик новой<br>техники, а также<br>комплекса работ по<br>разработке<br>технологической<br>документации | Химическое, химико-<br>технологическое<br>производство<br><br>Сквозные виды<br>профессиональной<br>деятельности в<br>промышленности (в сфере<br>организации и проведения<br>научно-<br>исследовательских и<br>опытно-конструкторских<br>работ в области<br>химического и химико-<br>технологического<br>производства). | ПК-2 Готов изучать<br>научно-техническую<br>информацию,<br>отечественный и<br>зарубежный опыт по<br>тематике исследования | ПК-2.1 Знает порядок<br>выстраивания логических<br>взаимосвязей между<br>различными<br>литературными<br>источниками  | Анализ требований к<br>профессиональным<br>компетенциям,<br>предъявляемым к<br>выпускникам направления<br>подготовки на рынке труда,<br>обобщение зарубежного<br>опыта, проведения<br>консультаций с ведущими<br>работодателями,<br>объединениями<br>работодателей отрасли, в<br>которой востребованы<br>выпускники в рамках<br>направления подготовки.<br><br>Профессиональный стандарт<br>40.011 «Специалист по<br>научно-исследовательским и<br>опытно-конструкторским |
|  |  |   | ПК-2.2 Умеет<br>осуществлять поиск,<br>обработку и анализ<br>научно-технической<br>информации по профилю<br>выполняемой работы, в<br>том числе с применением<br>современных технологий |   |
|  |  |   | ПК-2.3 Владеет навыками<br>обращения с научной и<br>технической литературой  |   |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
|   |  |   |  | разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция<br>А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.<br>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по | Химическое, химико-технологическое производство<br><br>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и | ПК-3 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа | ПК-3.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции | Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями  |
|   |  |   | ПК-3.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты  |  |



|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| <p>разработке технологической документации</p> | <p>опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p> |  | <p>ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции</p> | <p>работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция<br/> А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.<br/> А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок.<br/> (уровень квалификации – 5).</p> |
|--|--|--|--|---|

|  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| <p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p> | <p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p> | <p>ПК-4 Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау</p> | <p>ПК-4.1 Знает современные подходы к научному исследованию</p>                                | <p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> |
|  |   |  | <p>ПК-4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада</p> | <p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция</p>  |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   |  |  | ПК-4.3 Владеет современными методами обработки данных  | А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.<br>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).   |
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>  |  |  |  |  |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации | Химическое, химико-технологическое производство<br><br>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства). | ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области электрохимических производств и защиты от коррозии производственных объектов | ПК-5.1 Знает основы разработки технологических процессов нанесения покрытий с заданными свойствами в области электрохимических производств | Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.<br><br>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по |
|   |  |  | ПК-5.2 Знает основные методы и технические средства, применяемые для защиты металлоконструкций от коррозии                                 |  |
|   |  |  | ПК-5.3 Умеет определять технологические параметры процессов нанесения покрытий и   |  |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  |  |  | <p>электросинтеза химических продуктов, анализировать их взаимосвязь с эффективностью процесса, качеством и свойствами получаемых покрытий</p> | <p>научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н.</p>  |
|  |  |  | <p>ПК-5.4 Умеет рассчитывать основные характеристики коррозионного процесса</p>  | <p>Обобщенная трудовая функция<br/>А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5)</p>   |
|  |  |  | <p>ПК-5.5 Владеет методами определения основных технологических параметров процессов в области электрохимических производств</p>               | <p>Профессиональный стандарт 40.022 «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «08» сентября 2014 г. № 614н.</p> |
|  |  |  | <p>ПК-5.6 Владеет способами защиты от коррозии</p>   | <p>С: Руководство работами по электрохимической защите линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 6)</p>  |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| <p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p> | <p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p> | <p>ПК-6 Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для электрохимических производств</p> | <p>ПК-6.1 Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области электрохимических производств</p>                   | <p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5)</p> |
|  |   |   | <p>ПК-6.2 Умеет подбирать технологические параметры процесса и использовать необходимое оборудование</p>                              |   |
|  |   |   | <p>ПК-6.3 Владеет основами проектирования технологической линии с учетом ресурсосбережения и экологической безопасности процессов</p> |   |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  | <p>Профессиональный стандарт<br/>40.117<br/>«Специалист по<br/>экологической безопасности<br/>(в промышленности)»,<br/>утвержденный приказом<br/>Министерства труда и<br/>социальной защиты<br/>Российской Федерации от<br/>07.09.2020 г. № 569н.<br/>Трудовая функция<br/>С/01.6 Проведение<br/>экологического анализа<br/>проектов расширения,<br/>реконструкции,<br/>модернизации действующих<br/>производств, создаваемых<br/>новых технологий и<br/>оборудования в организации<br/>(уровень квалификации – б)</p> |
|--|--|--|--|--|

## 5 АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

### 5.1 Дисциплины обязательной части

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Иностранный язык»

**1. Цель дисциплины** — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык практически как в профессиональной (производственной и научной) деятельности, так и для целей самообразования.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-4.7; УК-4.8; УК-4.9

*Знать:*

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;
- русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия;
- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы;
- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;
- приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке.

*Уметь:*

- работать с оригинальной литературой на иностранном языке;
- работать со словарем;
- вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия;
- вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.

*Владеть:*

- иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;
- основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке.

#### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка*

1.1 Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

1.3 Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога. 1.4. Видовременные формы глаголов. Образование простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

1.4 Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот.

1.5 Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».

1.6 Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты Правила чтения химических элементов, обозначений и формул неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.

#### *Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов*

2.1 Чтение текстов по темам:

2.1.1. Введение в специальность

2.1.2. Д.И. Менделеев

2.1.3. РХТУ им. Д.И. Менделеева

2.1.4. Наука и научные методы, научные статьи

2.1.5. Современные инженерные технологии

2.1.6. Химическое предприятие

2.1.7. Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории

2.1.8. Химия будущего.

2.1.9. Биотехнология Фармацевтические производства.

2.1.10. Зеленая химия. Проблемы экологии.

2.2 Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделееве, РХТУ им, Д.И. Менделеева.

Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3 Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности на примере текстов: «Наука и научные методы», «Химическое предприятие», «Современные инженерные технологии», «Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории», «Химия будущего. Современные тенденции развития науки», «Биотехнология. Фармацевтические производства», «Зеленая химия. Проблемы экологии».

Лексические особенности текстов научно-технической направленности. Терминология научно-технической литературы на изучаемом языке.

#### *Раздел 3. Практика устной речи*

3.1 Практика устной речи по темам:

3.1.1. «Говорим о себе, о своей будущей профессии»,

3.1.2. «Мой университет»,

3.1.3. «Университетский кампус»

3.1.4. «At the bank»

3.1.5. «Applying for a job» и т.д.

3.2 Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии». Лексические особенности монологической речи.

3.3 Речевой этикет повседневного общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

Особенности диалогической речи по пройденным темам.

#### *Раздел 4. Особенности языка специальности*

Грамматические трудности языка специальности:

4.1. Грамматические и лексические трудности языка специальности:

Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.

4.2. Сослагательное наклонение. Формы сослагательного наклонения в изучаемом языке. Модальные глаголы и их использование в предложениях в сослагательном



наклонении. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.

4.3. Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.

4.4 Изучающее чтение текстов по тематике:

1) «Лаборатория»

2) «Измерения в химической лаборатории».

Стилистические особенности специальной научно-технической литературы. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании и аннотировании текстов по специальности. Поиск новой информации при работе с текстами из периодических изданий и монографий, инструкций, проспектов и справочной литературы по рассматриваемой тематике.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Всего      |              | Семестр      |             |              |             |              |             |                |              |
|--|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------|--------------|
|  |            |              | 1            |             | 2            |             | 3            |             | 4              |              |
|  | ЗЕ         | Акад. ч.     | ЗЕ           | Акад. ч.    | ЗЕ           | Акад. ч.    | ЗЕ           | Акад. ч.    | ЗЕ             | Акад. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>9,0</b> | <b>324,0</b> | <b>2,0</b>   | <b>72,0</b> | <b>2,0</b>   | <b>72,0</b> | <b>2,0</b>   | <b>72,0</b> | <b>3,0</b>     | <b>108,0</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>3,6</b> | <b>129,0</b> | <b>0,9</b>   | <b>32,0</b> | <b>0,9</b>   | <b>32,0</b> | <b>0,9</b>   | <b>32,0</b> | <b>0,9</b>     | <b>32,0</b>  |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 3,6        | 128,0        | 0,9          | 32,0        | 0,9          | 32,0        | 0,9          | 32,0        | 0,9            | 32,0         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>4,4</b> | <b>160</b>   | <b>1,1</b>   | <b>40</b>   | <b>1,1</b>   | <b>40</b>   | <b>1,1</b>   | <b>40</b>   | <b>1,1</b>     | <b>40,0</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              |            | 0,6          |              | 0,2         |              | 0,2         |              | 0,2         |                |              |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 4,4        | 159,4        | 1,1          | 39,8        | 1,1          | 39,8        | 1,1          | 39,8        | 1,1            | 40,0         |
| <b>Виды контроля:</b>                          |            |              |              |             |              |             |              |             |                |              |
| <b>Вид контроля из УП</b>                      |            |              |              | +           |              | +           |              | +           |                |              |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1,0</b> | <b>36,0</b>  | -            | -           | -            | -           | -            | -           | <b>1,0</b>     | <b>36,0</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1,0        | 0,4          | -            | -           | -            | -           | -            | -           | 1,0            | 0,4          |
| Подготовка к экзамену.                         |            | 35,6         |              | -           |              | -           |              | -           |                | 35,6         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |            |              | <b>Зачет</b> |             | <b>Зачет</b> |             | <b>Зачет</b> |             | <b>Экзамен</b> |              |

| Вид учебной работы                   | Всего    |            | Семестр  |             |          |           |          |           |          |           |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|-------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
|                                      |          |            | 1        |             | 2        |           | 3        |           | 4        |           |
|                                      | ЗЕ       | Астр. ч.   | ЗЕ       | Астр. ч.    | ЗЕ       | Астр. ч.  | ЗЕ       | Астр. ч.  | ЗЕ       | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b> | <b>9</b> | <b>243</b> | <b>2</b> | <b>54,0</b> | <b>2</b> | <b>54</b> | <b>2</b> | <b>54</b> | <b>3</b> | <b>81</b> |

Продолжение таблицы

|  |             |              |              |           |              |           |              |           |                |              |
|--|-------------|--------------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|----------------|--------------|
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>3,58</b> | <b>96,75</b> | <b>0,89</b>  | <b>24</b> | <b>0,89</b>  | <b>24</b> | <b>0,89</b>  | <b>24</b> | <b>0,89</b>    | <b>24</b>    |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 3,6         | 96           | 0,89         | 24        | 0,89         | 24        | 0,89         | 24        | 0,89           | 24           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | 4,4         | 120          | 1,11         | 30        | 1,11         | 30        | 1,11         | 30        | 1,11           | 30,0         |
| Контактная самостоятельная работа              | 4,4         | 0,45         | 1,11         | 0,15      | 1,11         | 0,15      | 1,11         | 0,15      | 1,11           | 30,0         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 119,55       |              | 29,85     |              | 29,85     |              | 29,85     |                |              |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |              |              |           |              |           |              |           |                |              |
| <b>Вид контроля из УП</b>                      |             |              |              | +         |              | +         |              | +         |                |              |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1,0</b>  | <b>27,00</b> | -            | -         | -            | -         | -            | -         | <b>1,00</b>    | <b>27,00</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1,00        | 0,30         | -            | -         | -            | -         | -            | -         | 1,00           | 0,30         |
| Подготовка к экзамену.                         |             | 26,70        |              | -         |              | -         |              | 26,70     |                |              |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |              | <b>Зачет</b> |           | <b>Зачет</b> |           | <b>Зачет</b> |           | <b>Экзамен</b> |              |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «История (история России, всеобщая история)»

**1 Цель дисциплины** – формирование у студентов целостного представления об историческом прошлом России, ее месте во всемирно-историческом процессе.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.6, УК-5.7, УК-5.11, УК-5.12, УК-5.13.*

*Знать:*

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

*Уметь:*

- соотносить общие исторические процессы и отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы;
- формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории.

*Владеть:*

- представлениями об истории как науке, ее месте в системе гуманитарного знания;
- представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;
- категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины;
- навыками анализа исторических источников.

**3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. Особенности становления государственности в России по сравнению с европейскими раннесредневековыми государствами*

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

Антропогенез. Неолитическая революция. Социальный строй. Разложение первобытной общины. Цивилизации Древнего Востока. Государства античности. Народы и древнейшие государства на территории России. Этногенез славян. Великое Переселение народов в III-IV вв.

Традиционные формы социальной организации европейских народов в догосударственный период. Возникновение раннесредневековой государственности в Европе.

Этнокультурные и социально-политические процессы становления российской государственности. Начало российской государственности. Киевская Русь. Принятие христианства. Русские земли в XII – XIII вв. Монголо-татарское нашествие на Русь. Экспансия в западные и северо-западные русские земли. Великое княжество литовское и Русское государство.

Место средневековья во всемирно-историческом процессе. Складывание основ национальных государств в Западной Европе. Образование Российского государства, его историческое значение.

Россия в XVI в. - XVII вв. У истоков Нового времени. Особенности сословно-представительной монархии в Европе и России. Начало XVII века – эпоха всеобщего европейского кризиса. Синхронность кризисных ситуаций в разных странах. «Смутное время» в России.

Генезис капитализма. Его формы и сосуществование с элементами феодализма. Особенности различных регионов Европы. Формирование мирового рынка. Подъем мануфактурного производства. Формирование внутренних рынков.

Генезис самодержавия в России. «Второе издание» крепостничества – Соборное уложение 1649 г. и юридическое оформление крепостного права. Секуляризация русской культуры.

*Раздел 2. От Нового к Новейшему времени. Российская империя в XVIII- начале XX в*

Российское государство в XVIII веке – веке модернизации и просвещения. Реформы Петра I как первая попытка модернизации страны, её особенности. Формирование Российской империи. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Дальнейшее расширение границ Российской империи.

Идейные и социально-политические истоки Просвещения. Основные черты просветительской идеологии: человек и государство, «естественное право», этика. Идея прогресса как господствующее течение в общественной мысли. Россия в эпоху просвещенного абсолютизма. Россия и Европа в XVIII веке. Изменения в международном положении Российской империи.

Россия в XIX столетии. Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Важнейшие условия перехода России к индустриальному обществу – решение крестьянского вопроса и ограничение самодержавия. Длительность, непоследовательность, цикличность процесса буржуазного реформирования. Европейская революция 1848–1849 гг. Итоги, значение, исторические последствия.

Роль субъективного фактора в преодолении отставания. Реформы XIX века, их значение. Общественные движения в XIX веке.

Россия и мир на рубеже веков: неравномерность и противоречивость развития. Общие итоги российской модернизации к началу XX века.

Соотношение политических сил в России в начале XX века. Нарастание кризиса самодержавия. Первая российская революция. Образование политических партий. Государственная дума начала XX века как первый опыт российского парламентаризма. Столыпинская аграрная реформа. Первая мировая война и участие в ней России. Февральская революция 1917г. и коренные изменения в политической жизни страны.

*Раздел 3. Всемирно-исторический процесс и XX век. От советского государства к современной России*

Формирование и сущность советского строя (1917-1991гг.). Марксизм как идеологическая основа революционных преобразований и российские реалии. Подготовка и победа Октябрьского вооруженного восстания в Петрограде. II Всероссийский съезд Советов и его решения. Экономическая и социальная политика большевиков. Гражданская война и иностранная интервенция. Судьба и значение НЭПа. Утверждение однопартийной политической системы. Образование СССР. Политическая борьба в партии и государстве. СССР в годы первых пятилеток (конец 20-х гг. – 30-е гг.). Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Тоталитаризм в Европе и СССР: общее и особенное. Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. Деятельность Коминтерна. СССР во второй мировой и Великой Отечественной войне. Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма.

Изменение соотношения сил в мире после второй мировой войны. Начало «холодной войны». «Доктрина Трумэна» и «План Маршалла». Формирование биполярного мира. Взаимоотношения со странами «народной демократии». Создание Совета экономической взаимопомощи. Конфликт с Югославией. Организация Североатлантического договора (НАТО). Создание Организации Варшавского договора. Война в Корее. Трудности послевоенного развития СССР. Ужесточение политического режима и идеологического контроля. Попытки обновления «государственного социализма». XX съезд КПСС и осуждение культа личности Сталина. «Оттепель» в духовной сфере.

Экономические реформы середины 60-х годов, причины их незавершенности. «Государство благоденствия». IV и V Республика во Франции. Образование и Развитие ФРГ. «Экономическое чудо» Японии. Распад колониальной системы. Неоконсерватизм Великобритании. Рейгономика в США.

Нарастание кризисных явлений в советском обществе в 70-е – середине 80-х годов. Новая Конституция СССР. Концепция «развитого социализма». Внешняя политика СССР в конце 60-х начале 80-х гг.: от разрядки к обострению международной обстановки.

«Перестройка»: сущность, цели, задачи, основные этапы, результаты. Распад СССР. Образование СНГ.

Становление новой российской государственности (с 1991- по настоящее время). Либеральная концепция российских реформ: переход к рынку, формирование гражданского общества и правового государства. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Конституция Российской Федерации 1993г. Межнациональные отношения. Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Россия на пути модернизации. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Новые геополитические реалии в мире и их влияние на внешнюю политику Российской Федерации.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы  | Объем дисциплины |            |            |
|---|------------------|------------|------------|
|   | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>  | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>  | <b>1,3</b>       | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>                      | -                | -          | -          |
| Лекции  | 0,9              | 32         | 24         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)                             | -                | -          | -          |
| Практические занятия (ПЗ)   | 0,4              | 16         | 12         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)                             | -                | -          | -          |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>1,7</b>       | <b>60</b>  | <b>45</b>  |
| Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)                    | 1,7              |            |            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы) |                  | 60         | 45         |
| <b>Вид контроля:</b>  |                  |            |            |
| <b>Экзамен</b>  | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация  | 1                | 0,4        | 0,3        |
| Подготовка к экзамену.  |                  | 35,6       | 26,7       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  | <b>Экзамен</b>   |            |            |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Правоведение»

**1 Цель дисциплины** – овладение основами правовых знаний; формирование основ правовой культуры и правомерного поведения гражданина страны.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, ОПК-3.3, ОПК-3.9, ОПК-3.10, ОПК-3.13,*

*Знать:*

- основы российской правовой системы и российского законодательства, основы организации и функционирования судебных и иных правоприменительных и правоохранительных органов;
- правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;
- правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;
- права и обязанности гражданина;
- основы трудового законодательства;
- основы хозяйственного права;
- основные направления антикоррупционной деятельности в РФ

*Уметь:*

- использовать этические и правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде, использовать права и свободы человека и гражданина при разработке социальных проектов;
- использовать и составлять нормативные и правовые документы, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;
- реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах

жизнедеятельности.

*Владеть:*

- навыками применения законодательства при решении практических задач.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Основы теории государства и права*

1.1 Основы теории государства

1.2 Основы теории права

*Раздел 2. Отрасли публичного права*

2.1 Основы конституционного права

2.2 Основы административного права

2.3 Основы уголовного права

2.4 Коррупция как социальное и правовое явление в современном обществе

2.5 Основы экологического права

2.6 Нормативное правовое регулирование защиты информации. Правовые основы защиты государственной тайны

*Раздел 3. Отрасли частного права*

3.1. Гражданское право: основные положения общей части.

3.2. Авторское и патентное право и правовая защита результатов интеллектуальной.

3.3. Основы хозяйственного (предпринимательского) права.

3.4. Основы семейного права

3.5. Основы трудового права

*Раздел 4. Особенности правового регулирования профессиональной деятельности в отдельных отраслях химической промышленности*

4.1 Основы национальной безопасности, государственной политики и законодательство в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

4.2 Особенности правового регулирования труда работников химической промышленности.

4.3 Нормативно-правовая база регулирования химической и нефтехимической отрасли в России.

Общее количество разделов 4.

### **4 Объем учебной дисциплины**

| 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>0,9</b>       | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции   | 0,45             | 16         | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | <b>0,45</b>      | <b>16</b>  | <b>12</b> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,1</b>       | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,1              | 0,2        | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 75,8       | 56,85     |
| <b>Вид контроля:</b>                           | <b>Зачет</b>     |            |           |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Философия»**

**1. Цель дисциплины «Философия»** – сформировать у студентов комплексное представление о роли и месте философии в системе гуманитарных, социальных и

естественных наук, познакомить их с основами философского знания, необходимыми для решения теоретических и практических задач.

## **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-5.4, УК-5.5, УК-5.8, УК-5.9, УК-5.14.

*Знать:*

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

*Уметь:*

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

*Владеть:*

представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом изучаемой дисциплины, философскими методами анализа различных проблем, навыками философской культуры для выработки системного, целостного взгляда на действительность и место химии и химической технологии в целостной картине мира.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

Введение. Философия, ее происхождение и роль в обществе.

### *Раздел 1. Основные философские школы*

Античная философия (досократики, софисты, Сократ, Демокрит, Платон, Аристотель, эллинистически-римская философия). Основные проблемы средневековой философии и эпохи Возрождения. Философия Нового времени (XVII – XVIII вв.) Идеология Просвещения. Немецкая классическая философия. Русская философия XIX – XX вв. Основы марксистской философии. Основные направления современной философии.

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

Проблема бытия в истории философии. Понятия материального и идеального. Основные философские направления: материализм и идеализм. Принцип глобального эволюционизма в современной научной картине мира.

Концепции пространства и времени в истории философии и науки.

Происхождение сознания. Роль труда в происхождении сознания. Идеалистические и материалистические концепции сознания. Сознание и мозг. Сознательное и бессознательное. Сознание и язык. Сознание и самосознание.

Концепции гносеологии в истории философии: сенсуализм, рационализм, скептицизм, агностицизм, концепция врожденных идей, априоризм. Диалектика познания: чувственное и рациональное. Основные теории истины.

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

Человек как предмет философского анализа в истории философии. Происхождение человека: природные и социальные условия антропосоциогенеза. Биологическое и социальное в человеке. Индивид, индивидуальность, личность.

Смысл жизни и предназначение человека. Жизнь, смерть, бессмертие. Движение ненасилия, его роль в современной жизни. Цели и ценности. Свобода воли и ответственность личности. Нравственные, религиозные, эстетические ценности.

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

Человек в системе социальных связей. Личность и массы, свобода и необходимость. Философия истории: формационная и цивилизационная концепции

исторического развития. Прогрессистские и циклические модели развития. Глобальные проблемы современности. Концепция устойчивого развития и сценарии будущего.

Общество и его структура. Социальная, политическая и духовная сферы общества. Концепции государства в истории философской мысли. Гражданское общество и правовое государство.

*Раздел 5. Философские проблемы химии и химической технологии*

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

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

Место химии в системе естественных наук. Основная проблема химии как науки и производства. Цели и задачи химической технологии. Специфика химико-технологического знания: фундаментальное и прикладное, эмпирическое и теоретическое.

**4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                           | ЗЕ             | Акад. ч.    | Астр. ч.    |
|---|----------------|-------------|-------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>          | <b>4</b>       | <b>144</b>  | <b>108</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия</b> | <b>1,33</b>    | <b>48,4</b> | <b>36,3</b> |
| Лекции:                                       | 0,89           | 32          | 24          |
| Практические занятия:                         | 0,44           | 16          | 12          |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                | <b>1,67</b>    | <b>60</b>   | <b>45</b>   |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 1,67           | 60          | 45          |
| <b>Вид контроля:</b>                          | <b>Экзамен</b> |             |             |
| <b>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        |

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Основы экономики и управления производством»**

**1 Цель дисциплины** – получение системы знаний об экономических закономерностях функционирования промышленного производства в системе национальной экономики, формирование экономического мышления и использование полученных знаний в практической деятельности.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-10.1; УК-10.2; УК-10.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.7; ОПК-3.11; ОПК-3.14; ОПК-3.15; ОПК-3.16; ОПК-3.17; ОПК-3.6

*Знать:*

- основы экономической культуры, в том числе финансовой грамотности;
- основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;
- правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;
- основные категории и законы экономики;
- основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику; классификацию предприятий по правовому статусу;
- содержание этапов разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений.



*Уметь:*

- использовать знания основ экономики при принятии обоснованных решений в различных областях деятельности;
- использовать знания основ экономики при решении производственных задач;
- основами хозяйственного и экологического права;
- проводить технико-экономический анализ инженерных решений.

*Владеть:*

- навыками выбора экономически обоснованных решений в различных областях жизнедеятельности;
- методами разработки производственных программ и плановых заданий для первичных производственных подразделений;
- навыками выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Основы рыночной экономики*

Тема 1: Экономические потребности, блага и ресурсы. Экономические системы и их сущность. Общественное производство и экономические отношения. Производственные возможности общества и экономический выбор. Кривая производственных возможностей. Закон убывающей предельной полезности. Типы и модели экономических систем. Элемент экономической системы. Традиционная экономическая система. Собственность: формы и пути их преобразования.

Тема 2: Рыночный механизм спроса и предложения. Совершенная и несовершенная конкуренции. Товарный (рыночный) тип общественного производства. Сущность и условия возникновения рынка. Виды рынков и их структура. Функции рынка. Товар и его свойства. Спрос и предложение на рынке. Понятие «эластичность». Эластичность спроса и предложения, точечная и дуговая. Совершенная и несовершенная конкуренции. Монополия. Максимизация прибыли монополистом. Олигополия.

Тема 3: Понятие национальной экономики, основные макроэкономические показатели. Понятия совокупного спроса и совокупного предложения, факторы, влияющие на их изменения. Потребления и сбережения. Экономический кругооборот. Производство, обмен и распределение. Потребление, сбережение, инвестиции товаров и услуг.

Тема 4: Финансовая система и финансовая политика общества. Государственный бюджет и государственный долг. Налоги и налоговая система.

*Раздел 2. Экономические основы управления производством*

Тема 5: Предприятие как субъект рыночного хозяйства. Экономические законы и особенности их проявления на предприятии. Роль специалиста химической промышленности. Предприятие в системе рыночной экономики. Предприятие – как субъект и объект предпринимательской деятельности. Законодательная база предпринимательской деятельности. Нормативно-правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия. Организационно-правовые формы предпринимательской деятельности и критерии их выбора. Формы собственности. Внешняя и внутренняя среда предприятия.

Тема 6: Материально-техническая база производства. Сырьевая и топливно-энергетическая база химических производств. Производственная программа и производственная мощность предприятия. Качество и конкурентоспособность продукции. Экономическое обоснование выбора сырья и топлива. Ресурсосбережение. Альтернативные источник сырья и энергии. Организация складского хозяйства.

Тема 7: Материально-технические ресурсы предприятия. Основные производственные фонды химических предприятий: понятие, классификация и структура. Понятие и структура основных средств. Оценка основных средств. Методы оценки основных фондов. Показатели использования основных производственных фондов. Износ

и амортизация основных фондов. Оценка эффективности использования основных производственных фондов. Воспроизводство основных средств. Оборотные средства предприятия: понятие, состав и структура. Источники формирования оборотных средств. Оборачиваемость оборотных средств. Материальные запасы на предприятии. Определение потребности в оборотных средствах.

Тема 8: Трудовые ресурсы предприятия. Персонал предприятия и его структура. Основы организации труда на предприятии. Эффективность использования персонала и рабочего времени. Производительность труда и оплата труда. Организация заработной платы на предприятии. Состав и структура промышленно-производственного персонала. Производительность труда: понятие, показатели и методы измерения. Индивидуальная и общественная производительность труда. Резервы и факторы повышения производительности труда. Формы, системы и размер оплаты труда на предприятии.

### *Раздел 3. Техничко-экономический анализ инженерных решений*

Тема 9: Доходы и расходы на производство, и реализацию продукции предприятия. Издержки производства продукции (себестоимость), прибыль, рентабельность и ценообразование. Понятие затраты на производство и реализацию продукции (себестоимость). Виды и значение классификации затрат. Структура затрат на производство и реализацию продукции. Техничко-экономический анализ инженерных решений. Особенности расчета затрат на производство и реализацию продукции в комплексных производствах. Основные пути снижения затрат на производство продукции. Доходы предприятия. Понятие прибыли и дохода предприятия, методы их расчета. Рентабельность, ее виды и методы расчета. Пути повышения прибыли и рентабельности на предприятиях.

Тема 10: Ценообразование и ценовая политика. Цена на продукцию и принципы ценообразования. Виды цен. Структура цены, система цен. Взаимосвязи цен и издержек. Ценовая политика. Разработка ценовой стратегии.

Тема 11: Финансово-кредитные отношения предприятий и система налогообложения. Понятие, состав и структура финансов предприятия. Принципы налогообложения. Налоги и платежи, установленные законодательством: виды, ставки, объекты налогообложения и сроки уплаты налога в бюджет.

## **4 Объем учебной дисциплины**

| 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>0,89</b>            | <b>32</b>   | <b>24</b>   |
| Лекции   | 0,44                   | 16          | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44                   | 16          | 12          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -                      | -           | -           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,10</b>            | <b>75,6</b> | <b>56,7</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,10                   | 0,4         | 0,3         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 75,6        | 56,7        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |             |             |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **«Социально-психологические основы развития личности»**

**1 Цель дисциплины** – формирование социально ответственной личности, способной к самоорганизации и развитию, умеющей выстраивать и реализовывать свою жизненную стратегию, способной управлять своим временем в новых социальных реалиях, в условиях непрерывного образования, умеющей осуществлять социальное

взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.

## **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-5.10, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-6.6, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3,*

*Знать:*

- сущность проблем организации и самоорганизации личности, ее поведения в группе в условиях современного общества и непрерывного образования;
- методы самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и поведения в группе;
- общую концепцию технологий организации времени и повышения эффективности его использования;
- методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.

*Уметь:*

- планировать и решать задачи личностного и профессионального развития;
- анализировать свои возможности и ограничения, использовать методы самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;
- устанавливать с коллегами (одногоруппниками) отношения, характеризующиеся эффективным уровнем общения;
- творчески применять в решении практических задач инструменты технологий организации времени и повышения эффективности его использования.

*Владеть:*

- социальными и психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;
- инструментами оптимизации использования времени, навыками планирования личного и учебного времени, навыками самообразования;
- теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных и групповых конфликтов;
- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;
- способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

## **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Общество: новые условия и факторы развития личности*

1.3 Современное общество в условиях глобализации и информатизации.

1.4 Социальные процессы

1.5 Институты социализации личности

1.6 Институт образования

1.7 Социальная значимость профессии.

1.8 «Моя профессия в современном российском обществе»

*Раздел 2. Личность. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития*

2.7 Психология личности

2.8 Стратегии развития и саморазвития личности

2.9 Самоорганизация и самореализация личности

2.10 Личность в системе непрерывного образования

2.11 Целеполагание в личностном и профессиональном развитии. Практикум «Построение карьеры».

Раздел 3. Группа. Социальные и психологические технологии группового поведения и лидерства

3.6. Коллектив и его формирование. Практикум «Психология общения»

3.7. Стили руководства и лидерства. Практикум «Командообразование. Лидерство»

3.8. Практикум «Управление конфликтными ситуациями в коллективе»

3.9. Практикум «Мотивы личностного роста»

3.10. Социально-психологическое обеспечение управления коллективом. Практикум «Искусство управлять собой»

Общее количество разделов 3.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |             |           |
|--|------------------|-------------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.    | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>         | <b>72</b>   | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,88</b>      | <b>32,0</b> | <b>24</b> |
| Лекции   | 0,44             | 16,0        | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | <b>0,44</b>      | <b>16,0</b> | <b>12</b> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,11</b>      | <b>40</b>   | <b>30</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,11             | 0,2         | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 39,8        | 29,85     |
| <b>Вид контроля:</b>                           | <b>Зачет</b>     |             |           |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Общая и неорганическая химия»

**1 Цель дисциплины** – приобретение знаний и компетенций, формирование современных представлений в области теоретических основ химии и химии элементов.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.1; ОПК-1.5; ОПК-1.9.

*Знать:*

- электронное строение атомов и молекул;
- основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии;

- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;

- методы описания химических равновесий в растворах электролитов;

- строение и свойства координационных соединений;

- получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ.

*Уметь:*

- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;

- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;

- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях.

*Владеть:*

- теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;

- основными навыками работы в химической лаборатории;
- экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Принципы химии*

##### 1.1 Строение атома.

Волновые свойства материальных объектов. Уравнение де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Понятие о квантовой механике и уравнении Шредингера.

##### 1.2 Периодический закон и периодическая система.

Современная формулировка периодического закона. Периодическая система и ее связь со строением атомов. Заполнение электронных слоев и оболочек атомов в периодической системе элементов Д.И. Менделеева.

##### 1.3 Окислительно-восстановительные процессы.

Степени окисления. Важнейшие окислители и восстановители. Важнейшие схемы превращения веществ в окислительно-восстановительных реакциях.

##### 1.4. Химическая связь и строение молекул.

Ковалентная связь, основные положения метода валентных связей. Рассмотрение схем перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах. Гибридизация волновых функций. Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Метод Гиллеспи. Общие сведения о комплексных соединениях, их строение. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Ионная связь как предельный случай ковалентной связи. Общие представления о межмолекулярном взаимодействии: ориентационное, индукционное, дисперсионное взаимодействия.

##### 1.5. Понятие о химической термодинамике.

Термодинамические функции состояния (характеристические функции). Внутренняя энергия и энтальпия, их физический смысл. Термохимия и термохимические уравнения. Закон Гесса и следствия из него. Понятие об энтропии, абсолютная энтропия и строение вещества. Изменение энтропии в различных процессах.

##### 1.6. Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие.

Одностадийные и сложные реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Зависимость скорости реакции от температуры; энтальпия активации. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Истинное и кажущееся равновесия. Константа химического равновесия. Смещение химического равновесия, принцип Ле-Шателье – Брауна.

Энергия Гиббса, ее связь с энтропией и энтальпией. Физический смысл энергии Гиббса. Энтропийный и энтальпийный факторы процесса. Связь  $\Delta G^\circ_T$  с константой равновесия.

##### 1.7. Растворы. Равновесия в растворах.

Процессы, сопровождающие образование жидких истинных растворов неэлектролитов и электролитов. Ассоциированные и неассоциированные электролиты. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Равновесие в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого электролита и его кристаллов. Равновесие в растворах комплексных соединений. Равновесие диссоциации воды, ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Шкала pH. Гидролиз солей.

#### *Раздел 2. Неорганическая химия*

##### 2.1. Химия s-элементов. 2.2. Химия p-элементов.

Водород-первый элемент периодической системы, его двойственное положение. Элементы 1–2 и 13–18 групп периодической системы. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, электроотрицательности и энергии

ионизации атомов. Типичные степени окисления. Химические свойства простых веществ. Закономерности в строении и свойствах основных типов соединений, их получение. Природные соединения, получение и применение.

2.3. Химия d-элементов. 2.4. Химия f-элементов.

Элементы 3–12 групп периодической системы. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Природные соединения, получение и сопоставление физических и химических свойств простых веществ. Строение и свойства основных типов соединений. Особенности f-элементов.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр        |            |                |            |
|--|-------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
|  |             |            | 1              |            | 2              |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>12</b>   | <b>432</b> | <b>7</b>       | <b>252</b> | <b>5</b>       | <b>180</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>6,23</b> | <b>224</b> | <b>3,56</b>    | <b>128</b> | <b>2,67</b>    | <b>96</b>  |
| Лекции   | 1,78        | 64         | 0,89           | 32         | 0,89           | 32         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89        | 32         | 0,89           | 32         | -              | -          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 3,56        | 128        | 1,78           | 64         | 1,78           | 64         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>3,77</b> | <b>136</b> | <b>2,44</b>    | <b>88</b>  | <b>1,33</b>    | <b>48</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 3,77        | -          | 2,44           | -          | 1,33           | -          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 136        |                | 88         |                | 48         |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |            |                |            |                |            |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>2</b>    | <b>72</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 2           | 0,8        | 1              | 0,4        | 1              | 0,4        |
| Подготовка к экзамену                          |             | 71,2       |                | 35,6       |                | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>экзамен</b> |            | <b>экзамен</b> |            |

| Вид учебной работы                            | Всего       |            | Семестр     |            |             |            |
|---|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|   |             |            | 1           |            | 2           |            |
|   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ          | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>          | <b>12</b>   | <b>324</b> | <b>7</b>    | <b>189</b> | <b>5</b>    | <b>135</b> |
| <b>Контактная работа- аудиторные занятия:</b> | <b>6,23</b> | <b>168</b> | <b>3,56</b> | <b>96</b>  | <b>2,67</b> | <b>72</b>  |
| Лекции  | 1,78        | 48         | 0,89        | 24         | 0,89        | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                     | 0,89        | 24         | 0,89        | 24         | -           | -          |
| Лабораторные работы (ЛР)                      | 3,56        | 96         | 1,78        | 48         | 1,78        | 48         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                 | <b>3,77</b> | <b>102</b> | <b>2,44</b> | <b>66</b>  | <b>1,33</b> | <b>36</b>  |
| Контактная самостоятельная работа             | 3,77        | -          | 2,44        | -          | 1,33        | -          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  |             | 102        |             | 66         |             | 36         |
| <b>Виды контроля:</b>                         |             |            |             |            |             |            |
| <b>Экзамен</b>                                | <b>2</b>    | <b>54</b>  | <b>1</b>    | <b>27</b>  | <b>1</b>    | <b>27</b>  |

|  |   |      |                |      |                |      |
|--|---|------|----------------|------|----------------|------|
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 2 | 0,6  | 1              | 0,3  | 1              | 0,3  |
| Подготовка к экзамену                        |   | 53,4 |                | 26,7 |                | 26,7 |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               |   |      | <b>экзамен</b> |      | <b>экзамен</b> |      |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Органическая химия»

**1 Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний о строении органических соединений, основных химических свойствах различных классов органических соединений и методах их получения, как промышленных, так и лабораторных.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.2; ОПК-1.6; ОПК-1.10.

*Знать:*

- теоретические основы строения и свойств различных классов органических соединений;
- способы получения и химические свойства основных классов органических соединений;
- основные механизмы протекания органических реакций;

*Уметь:*

- применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов;
- анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений;
- составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения;

*Владеть:*

- основами номенклатуры и классификации органических соединений;
- основными теоретическими представлениями в органической химии;
- навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Теория химического строения и насыщенные углеводороды (УВ)*

##### 1.1. Природа химической связи

Природа ковалентной связи. Формулы Льюиса. Формальный заряд. Теория гибридизации АО. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО) и форма молекул. Атомно-орбитальные модели. Эффекты в органической химии. Понятие о механизме химической реакции. Промежуточные соединения и частицы органических реакций.

##### 1.2 Алканы

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Общая характеристика реакционной способности. Постулат Хэммонда..

##### 1.3 Стереизомерия

Типы стереоизомеров: конформеры, геометрические изомеры, энантиомеры. Оптическая изомерия. Хиральность. Энантиомеры. Рацемическая смесь. Способы пространственного изображения оптических изомеров. Относительная и абсолютная конфигурации. Проекция Фишера. D,L-Номенклатура. R,S-Номенклатура. Понятие об оптической активности соединений с двумя асимметрическими центрами.

##### 1.4 Циклоалканы

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Конформации. Типы напряжений в циклах. Физические свойства. Реакции циклоалканов.

#### *Раздел 2. Ненасыщенные углеводороды.*

### 2.1. Алкены

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное строение. Физические свойства. Реакции алкенов.

### 2.2 Алкины

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Реакции алкинов.

### 2.3. Алкадиены и полиены

Понятие о перциклических реакциях. Гомологический ряд. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Реакции 1,3-алкадиенов. Понятие о перциклических реакциях. Циклоприсоединение. Особенности реакций Дильса-Альдера.

## *Раздел 3. Ароматические соединения.*

### 3.1 Теории ароматичности.

Современные представления о строении бензола. Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения. Общие критерии ароматичности.

### 3.2 Соединения бензольного ряда

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Общая характеристика реакционной способности.

## *Раздел 4. Галогенопроизводные. Спирты, фенолы, простые эфиры.*

### 4.1 Галогенопроизводные

Классификация. Номенклатура.

Алкил- и аллилгалогениды. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства.

Реакции нуклеофильного замещения и отщепления. Бимолекулярный механизм нуклеофильного замещения ( $S_N2$ ).

Мономолекулярный механизм нуклеофильного замещения. Реакции отщепления.  $\beta$ -Элиминирование. Механизмы  $E1$  и  $E2$ . Ароматические галогенопроизводные. Механизм замещения галогена в активированных галогенаренах ( $S_N2$  аром). Неактивированные галогенопроизводные ароматических углеводородов; ариновый механизм замещения галогена.

### 4.2 Элементорганические соединения.

Характеристика связей углерод-элемент в зависимости от положения элемента в Периодической системе элементов. Металлорганические соединения. Номенклатура. Способы получения литий- и магнийорганических соединений. Реакция Гриньяра, механизм. Строение реактивов Гриньяра. Их реакции с соединениями, содержащими активный атом водорода: кислотами, спиртами, аминами.

### 4.3 Спирты.

Одноатомные спирты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Химические свойства.

### 4.4 Фенолы

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства

### 4.5 Простые эфиры

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства.

### 4.6 Эпоксисоединения

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение этиленоксида. Химические свойства. Механизмы реакций и направление раскрытия кольца. Применение в промышленном органическом синтезе.

## *Раздел 5. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные.*

### 5.1. Альдегиды и кетоны



Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства.

#### 5.2 Одноосновные карбоновые кислоты.

Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Химические свойства.

5.3 Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды (ацилгалогениды), ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы.

Способы получения. Особенности пространственного и электронного строения. Важнейшие свойства. Реакции N- и O-ацилирования. их механизмы. Кетены и дикетены.

#### 5.4 Многоосновные карбоновые кислоты.

Дикарбоновые кислоты жирного и ароматического ряда. Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. Малоновый эфир. Получение. Строение, СН-Кислотность. Реакции конденсации малонового эфира и малоновой кислоты с альдегидами.

#### 5.5 Замещённые карбоновых кислот.

Галогенозамещенные кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения  $\alpha$ - и  $\beta$ -галогенозамещенных кислот. Химические свойства. Гидроксикислоты: классификация и номенклатура. Способы получения. Особенности свойств  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гидроксикислот. Лактоны. Аминокислоты. Способы получения. Строение. Важнейшие физические и химические свойства.

### Раздел 6. Азотсодержащие и гетероциклические соединения.

#### 6.1. Нитросоединения

Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Таутомерия первичных и вторичных алифатических нитросоединений. Реакции.

#### 6.2. Амины

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства.

#### 6.3 Аза- и диазосоединения

Получение диазосоединений реакцией диазотирования: условия проведения реакции и механизм; различия в устойчивости насыщенных и ароматических диазосоединений. Физические свойства. Пространственное и электронное строение ароматических диазосоединений в зависимости от pH среды, таутомерные превращения. Химические свойства. Азосочетание. Получение и применение азосоединений. Синтез.

### 4 Объем учебной дисциплины.

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр     |           |             |            |
|--|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|------------|
|  |             |            | 2 семестр   |           | 3 семестр   |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.  | ЗЕ          | Акад. ч.   |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>9</b>    | 324        | <b>3</b>    | 108       | <b>6</b>    | 216        |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>3,11</b> | 112        | <b>1,33</b> | 48        | <b>1,78</b> | 64         |
| Лекции   | 1,33        | 48         | 0,44        | 16        | 0,89        | 32         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 1,78        | 64         | 0,89        | 32        | 0,89        | 32         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -           | -          | -           | -         | -           | -          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>4,89</b> | <b>176</b> | <b>1,67</b> | <b>60</b> | <b>3,22</b> | <b>116</b> |

Продолжение таблицы

|   |          |           |                        |          |                |           |
|---|----------|-----------|------------------------|----------|----------------|-----------|
| Контактная самостоятельная работа<br>(АттК из УП для зач / зач с оц.) | 4,89     | 0,4       | 1,67                   | 0,4      | 3,22           | -         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                          |          | 175,6     |                        | 59,6     |                | 116       |
| <b>Виды контроля:</b>   |          |           |                        |          |                |           |
| <b>Вид контроля из УП (зач / зач с оц.)</b>                           |          |           |                        |          |                |           |
| <b>Экзамен</b>  | <b>1</b> | <b>36</b> | <b>-</b>               | <b>-</b> | <b>1</b>       | <b>36</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация                          | 1        | 0,4       | -                      | -        | 1              | 0,4       |
| Подготовка к экзамену.  |          | 35,6      |                        | -        |                | 35,6      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  |          |           | <b>Зачёт с оценкой</b> |          | <b>Экзамен</b> |           |

| Вид учебной работы  | Всего       |            | Семестр                |           |                |           |
|---|-------------|------------|------------------------|-----------|----------------|-----------|
|   |             |            | 2 семестр              |           | 3 семестр      |           |
|   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ                     | Астр. ч.  | ЗЕ             | Астр. ч.  |
| Общая трудоемкость дисциплины   | <b>9</b>    | 243        | <b>3</b>               | 81        | <b>6</b>       | 162       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>                        | <b>3,11</b> | 84         | <b>1,33</b>            | 36        | <b>1,78</b>    | 48        |
| Лекции  | 1,33        | 36         | 0,44                   | 12        | 0,89           | 24        |
| Практические занятия (ПЗ)   | 1,78        | 48         | 0,89                   | 24        | 0,89           | 24        |
| Лабораторные работы (ЛР)  | -           | -          | -                      | -         | -              | -         |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>4,89</b> | <b>132</b> | <b>1,67</b>            | <b>45</b> | <b>3,22</b>    | <b>87</b> |
| Контактная самостоятельная работа<br>(АттК из УП для зач / зач с оц.) | 4,89        | 0,3        | 1,67                   | 0,3       | 3,22           | -         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                          |             | 131,7      |                        | 44,7      |                | 87        |
| <b>Виды контроля:</b>   |             |            |                        |           |                |           |
| <b>Вид контроля из УП (зач / зач с оц.)</b>                           |             |            |                        |           |                |           |
| <b>Экзамен</b>  | <b>1</b>    | <b>27</b>  | <b>-</b>               | <b>-</b>  | <b>1</b>       | <b>27</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация                          | 1           | 0,3        | -                      | -         | 1              | 0,3       |
| Подготовка к экзамену.  |             | 26,7       |                        | -         |                | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  |             |            | <b>Зачёт с оценкой</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Аналитическая химия»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций, необходимых для решения конкретных задач химического анализа.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-5.1; ОПК-5.4; ОПК-5.6

Знать:

- основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа;
- теоретические основы физико-химических методов анализа;

- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

*Уметь:*

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных аналитических задач;
- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа

*Владеть:*

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах*

##### 1.1 Введение в современную аналитическую химию.

Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ в материальном производстве, научных исследованиях, в контроле объектов окружающей среды. Виды анализа. Элементный, молекулярный, фазовый и изотопный анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Химические, физико-химические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Аналитический сигнал как носитель качественной и количественной информации об объекте анализа. Постановка аналитической задачи. Алгоритм проведения анализа: отбор средней пробы, подготовка пробы к анализу, измерение аналитического сигнала и его метрологическая оценка, расчет результатов анализа и их интерпретация. Примеры решения задач аналитического контроля в химической технологии, в анализе объектов окружающей среды и др. Понятия о современных методах элементного анализа: атомно-эмиссионный анализ, атомно-абсорбционный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ.

##### 1.2 Специфика задач аналитической химии.

Основные термины аналитической химии. Обнаружение. Определение. Анализ. Аналитические химические реакции как основа химического анализа. Качественные и количественные аналитические химические реакции. Требования, предъявляемые к ним. Специфика аналитических реакций, используемых в анализе. Аналитическая форма и аналитические признаки. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность). Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции. Пути повышения избирательности и чувствительности аналитических реакций.

1.3 Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии.

Основные типы реакций, применяемых в аналитической химии (осаждения, кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления). Состояние ионов элементов в растворах. Константы равновесия аналитических реакций: термодинамические, концентрационные, условные. Факторы, влияющие на химическое равновесие (комплексообразование, образование малорастворимых соединений, изменение степени окисления определяемого иона, влияние природы растворителя, ионной силы, температуры, состава раствора).

Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности. Уравнения материального баланса. Вычисление рН растворов

кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования), расчет рН, применение в аналитической химии.

Аналитические реакции комплексообразования, осаждения, окисления-восстановления. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование). Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков. Расчет условий осаждения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные равновесия. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы.

Химические и физико-химические способы определения рН растворов. Равновесия аналитических реакций комплексообразования и управление ими. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия и ее химико-аналитическое значение. Расчет коэффициентов побочных реакций.

1.4. Качественные и количественные аналитические реакции с органическими аналитическими реагентами в анализе неорганических веществ.

Органические аналитические реагенты (ОР). Классификация ОР по типу реакций с неорганическими ионами. Комплексообразующие ОР и строение их молекул: функционально-аналитическая и аналитико-активная группы. Особенности и преимущества использования ОР, области применения. Дополнительно: теория действия комплексообразующих ОР, учет ионного состояния ОР и металла. Гипотеза аналогий и практические выводы из нее. Природа химической связи в комплексах ОР с ионами металлов и ее проявление в цветности комплексов. Реакции ОР с хромофорными элементами. Интенсивность окраски аналитических форм и интенсивность поглощения. Использование реакций органических реагентов в фотометрическом анализе.

## *Раздел 2. Количественный химический анализ*

### 2.1. Принципы и задачи количественного анализа.

Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к химическим реакциям в количественном анализе. Этапы количественного определения. Характеристика результатов количественного химического анализа. Определение содержания вещества в растворе, расчетные формулы. Способы представления результатов анализа. Тесты на выявление систематических погрешностей в результатах количественного химического анализа. Пробоотбор и пробоподготовка.

2.2. Титриметрический анализ. Типы реакций, используемых в титриметрии. Требования, предъявляемые к ним.

Принцип титриметрии. Титрование и его этапы. Графическое изображение процесса титрования – кривые титрования, их виды. Скачок на кривой титрования, точка эквивалентности (Т.Э.) и конечная точка титрования (К.Т.Т.). Первичные и вторичные стандарты. Приемы титриметрического анализа: прямое и обратное титрование, косвенные методы. Типы реакций, используемых в титриметрическом анализе; требования, предъявляемые к ним.

Дополнительно: инструментальные методы индикации ТЭ. Потенциометрическое титрование. Метод Грана. Другие способы установления конечной точки титрования.

### 2.3. Реакции нейтрализации в количественном химическом анализе.

Методы кислотно-основного титрования. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет и построение теоретических кривых титрования сильных и слабых одноосновных протолитов. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых кислотно-основного титрования. Способы установления конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, интервал перехода окраски индикатора, показатель титрования (рТ). Правило выбора индикатора для конкретного случая титрования. Практическое применение реакций кислотно-основного

взаимодействия. Потенциометрическое титрование на основе реакций кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные погрешности и их оценка.

2.4. Аналитические реакции комплексообразования и осаждения в количественном химическом анализе.

Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Условные константы устойчивости комплексонов и их практическое использование. Обоснование выбора оптимальных условий комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых титрования. Способы установления Т.Э. и К.Т.Т. Металлохромные индикаторы, принцип их действия. Выбор индикатора для конкретного случая титрования. Аналитические возможности метода комплексонометрического титрования. Применение комплексонов в аналитической химии в качестве маскирующих агентов. Применение химических реакций комплексообразования в фотометрическом анализе, в методе кондуктометрического титрования. Реакции осаждения в количественном химическом анализе. Гравиметрический анализ. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков. Применение химических реакций осаждения в методе потенциометрического титрования, в методе турбидиметрии. Особенности реакций комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. Осадительное титрование.

2.5. Аналитические реакции окисления-восстановления в количественном химическом анализе.

Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами. Перманганатометрия. Характеристика метода. Условия проведения перманганатометрических определений. Вещества, определяемые перманганатометрическим методом. Достоинства и недостатки метода. Иодометрия. Характеристика метода, условия проведения иодометрического определения веществ. Достоинства и недостатки метода. Применение реакций окисления-восстановления в методе потенциометрического титрования.

2.6. Ионнообменная хроматография в количественном химическом анализе.

Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Изотерма ионного обмена. Выбор оптимальных условий ионнообменного разделения веществ. Применение ионнообменной хроматографии в аналитической химии органических и неорганических соединений: разделение, очистка, концентрирование и т.д.

*Раздел 3. Введение в физико-химические (инструментальные) методы анализа*

3.1. ФХМА – составная часть современной аналитической химии.

Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества. Примеры аналитических сигналов и их измерений в ФХМА.

3.2. Метрологические основы аналитических методов.

Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя граница диапазона определяемых содержаний, селективность, прецизионность в условиях сходимости (повторяемости) и воспроизводимости, правильность, экспрессность. Обобщенные сведения о ГОСТ Р ИСО 5725 (2002).

3.3. Общая характеристика спектральных, электрохимических и хроматографических методов анализа. Представление о фотометрических, потенциометрических методах анализа и ионнообменной хроматографии.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |             |             |
|--|------------------------|-------------|-------------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.    | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>4</b>               | <b>144</b>  | <b>108</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,79</b>            | <b>64,4</b> | <b>48,3</b> |
| Лекции   | 0,45                   | 16          | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | -                      | -           | -           |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,34                   | 48,4        | 36,3        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,21</b>            | <b>79,6</b> | <b>59,7</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,21                   |             |             |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 79,6        | 59,7        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |             |             |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая химия»

**1. Цель дисциплины** – раскрыть смысл основных законов, управляющих ходом химического процесса, показать области приложения этих законов и научить студента грамотно применять их при решении конкретных теоретических и практических задач, понять основные кинетические закономерности протекания химических процессов и роль катализа для химической технологии.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.3, ОПК-1.7, ОПК-1.11.

*Знать:*

- основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса;
- пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия;
- термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора.
- теорию гальванических явлений;
- теории кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов;
- основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора.

*Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач;
- предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта;
- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов.

*Владеть:*

- комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса;
- знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов;
- методами определения порядка и скорости реакции, установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции;
- навыками составления гальванических элементов для целей определения термодинамических характеристик и констант равновесия исследуемой реакции;
- знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **5 семестр** *Раздел 1. Химическая термодинамика*

##### **1.1. Первый закон термодинамики**

Термодинамические системы и термодинамические параметры. Экстенсивные и интенсивные свойства системы. Термодинамический процесс. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия, их свойства. Теплота и работа как формы передачи энергии. Работа расширения газа и полезная работа. Формулировки первого начала термодинамики. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в изохорном, изобарном и изотермическом процессах. Теплоёмкость вещества – изохорная или изобарная, молярная, удельная. Теплоёмкость идеальных газов, взаимосвязь молярных теплоёмкостей  $C_p$  и  $C_v$  идеального газа. Теплоёмкость твердых веществ и жидкостей. Зависимость молярной изобарной теплоёмкости вещества от температуры, эмпирические уравнения (степенные ряды), их применимость. Закон кубов Дебая, правило Дюлонга и Пти. Средняя изобарная теплоёмкость вещества в интервале температур. Температурная зависимость приращения энтальпии вещества ( $H_T - H_0$ ) при постоянном давлении с учётом фазовых переходов. Тепловой эффект химического процесса. Основное стандартное состояние. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Применение закона Гесса для вычисления тепловых эффектов химических и физико-химических процессов. Связь тепловых эффектов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Вывод и анализ уравнения Кирхгофа в дифференциальной форме. Интегрирование уравнения Кирхгофа.

##### **1.2. Второй закон термодинамики.**

Самопроизвольные и несамопроизвольные, обратимые и необратимые, равновесные (квазистатические) и неравновесные процессы. Работа равновесного и неравновесного процессов. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия как критерий направленности самопроизвольных процессов и равновесия в изолированных системах. Зависимость энтропии вещества от параметров состояния (температуры, давления, объема). Расчет изменения энтропии в различных процессах, связанных с изменением состояния идеального газа, а также чистых твёрдых или жидких веществ. Изменение энтропии в процессе смешения идеальных газов. Изменение энтропии при фазовых переходах. Тепловая теорема Нернста, постулат Планка (третье начало термодинамики). Статистическая интерпретация второго начала термодинамики, уравнение Больцмана-Планка. Вычисление абсолютной энтропии вещества. Расчет изменения энтропии в химических реакциях при различных температурах. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса как критерии направленности процессов и равновесия в закрытых системах. Характеристические функции. Зависимость энергии Гельмгольца и энергии Гиббса от параметров состояния. Температурная зависимость энергии Гиббса вещества с учётом фазовых переходов. Род фазового перехода (первый, второй). Уравнения Гиббса-

Гельмгольца. Расчет изменений стандартных энергий Гиббса и Гельмгольца в химических реакциях при различных температурах.

Системы переменного состава. Химический потенциал компонента системы. Зависимость химического потенциала от давления и температуры. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава.

### 1.3. Химическое равновесие.

Материальный баланс химической реакции, степень превращения, химическая переменная. Уравнение изотермы химической реакции (изотермы Вант-Гоффа). Химическое сродство. Анализ уравнения изотермы для определения направления самопроизвольного протекания химической реакции от данного исходного (неравновесного) состояния. Термодинамическая константа химического равновесия и эмпирические константы химического равновесия ( $K_x$ ,  $K_c$ ,  $K_n$ ,  $K_p$ ), уравнения их связи для реакции в идеальной газовой смеси. Константы равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций, идеальных и неидеальных реакционных систем (на примерах). Смещение химического равновесия при изменении общего давления ( $T = \text{const}$ ) и при добавлении в систему инертного газа ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ ).

Влияние температуры на константу химического равновесия, уравнения изобары и изохоры химической реакции. Вывод, анализ и интегрирование названных уравнений на примере уравнения изобары. Расчет среднего и истинного теплового эффекта химических реакций из зависимости термодинамической константы равновесия от температуры. Расчет констант равновесия химических реакций из стандартных термодинамических функций веществ. Вычисление констант равновесия химических реакций по справочным данным о константах равновесия реакций образования соединений из простых веществ.

## *Раздел 2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах*

### 2.1. Фазовые переходы и фазовая диаграмма состояния для однокомпонентных систем

Фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Применение правила фаз Гиббса для анализа фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния однокомпонентной системы, её фазовые поля, линии и тройные точки, выражающие соответственно однофазное, двухфазное и трехфазное равновесия. Насыщенный пар, температурная зависимость давления насыщенного пара. Критическая точка, критическое состояние вещества, его особенности. Вывод и анализ уравнения Клапейрона. Зависимость температуры плавления от внешнего давления, интегрирование уравнения Клапейрона для равновесия твердое тело - жидкость. Равновесия с газовой фазой, уравнение Клапейрона-Клаузиуса, вывод и интегрирование уравнения для описания линий испарения и сублимации, используемые допущения. Определение координат тройной точки.

### 2.2. Определение термодинамических функций процесса фазового перехода

Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса для расчета изменения термодинамических функций при фазовых превращениях. Взаимосвязь энтальпий плавления, испарения и возгонки в тройной точке. Эмпирическое правило Трутона.

## *Раздел 3. Термодинамическая теория растворов*

### 3.1. Основы термодинамики растворов. Парциальные молярные величины

Классификации растворов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема (вывод и анализ). Методы определения парциальных молярных величин (метод касательных и метод отрезков). Относительные парциальные молярные величины (парциальные молярные функции смешения). Термодинамические функции смешения.

### 3.2. Термодинамическое описание идеальных и неидеальных растворов

Идеальные (совершенные) растворы. Химический потенциал компонента идеального раствора. Термодинамические функции смешения для идеальных растворов. Равновесие "идеальный раствор-пар", закон Рауля, графическая интерпретация закона Рауля. Предельно разбавленные растворы, закон Генри. Уравнение химического потенциала для растворителя и растворенного вещества. Неидеальные (реальные)



растворы, положительные и отрицательные отклонения от идеальности (от закона Рауля). Стандартные состояния компонентов раствора. Симметричная и несимметричная системы сравнения. Расчет активностей и рациональных коэффициентов активности компонентов раствора. Термодинамические функции смешения для неидеальных растворов. Зависимость активности и коэффициента активности компонента от температуры и давления.

3.3. Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучем растворителе

Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучих растворителях (понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором по сравнению с чистым растворителем, повышение температуры начала кипения и понижение температуры начала отвердевания растворов, осмотическое давление). Эбуллиоскопическая и криоскопическая константы растворителя. Вывод уравнения, связывающего понижение температуры начала отвердевания с концентрацией раствора. Осмос, осмотическое давление, обратный осмос. Использование коллигативных свойств для определения молярной массы, степени диссоциации или степени ассоциации растворенного вещества.

*Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах*

4.1. Равновесие «жидкий раствор - насыщенный пар» в двухкомпонентных системах.

Диаграммы «давление-состав», «температура-состав», «состав пара-состав жидкости» для идеальных и неидеальных растворов. Применение правила фаз к исследованию диаграмм. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропия, термодинамическое условие точки азеотропа. Правило рычага. Физико-химические основы разделения жидких смесей методами перегонки и ректификации.

4.2. Равновесие «жидкость-твердое» в двухкомпонентных системах.

Термический анализ, кривые охлаждения, построение диаграммы плавкости по кривым охлаждения. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Изоморфизм. Типы твердых растворов. Диаграммы плавкости изоморфно кристаллизующихся веществ. Диаграммы плавкости систем с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Эвтектическое и перитектическое равновесия. Определение состава эвтектической жидкости построением треугольника Таммана. Применение правила фаз Гиббса к исследованию фазовых равновесий.

**6 семестр** *Раздел 5. Растворы электролитов*

5.1 Растворы электролитов в статических условиях

Термодинамическое описание свойств растворов электролитов. Активности и коэффициенты активности электролита и ионов в растворе, средние ионные коэффициенты активности. Связь активности электролита со средней ионной активностью и концентрацией электролита. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Основные положения электростатической теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Предельный закон Дебая-Хюккеля, второе и третье приближения теории, графическое представление этих зависимостей.

5.2 Растворы электролитов в динамических условиях

Проводники электрического тока I и II рода, ионная и электронная проводимость. Удельная, молярная и эквивалентная электрические проводимости, взаимосвязь между ними. Зависимость удельной и молярной электрической проводимостей от концентрации, температуры и природы растворителя. Скорость и подвижность (абсолютная скорость движения) ионов. Закон независимого движения ионов (закон Кольрауша). Предельные молярные электропроводности ионов. Эстафетный механизм переноса электричества ионами гидроксония и гидроксила. Числа переноса ионов. Электропроводность растворов сильных электролитов, уравнение корня квадратного (уравнение Кольрауша). Применение теории сильных электролитов для объяснения электрофоретического и релаксационного эффектов снижения электропроводности. Влияние полей высокой напряженности и

высокой частоты переменного тока на электропроводность растворов. Методики измерения электропроводности. Кондуктометрическое определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты, энтропии и энергии Гиббса процесса диссоциации, растворимости малорастворимых соединений.

#### *Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)*

##### 6.1 ЭДС и электродные потенциалы

Электрохимические системы (цепи). Возникновение скачка потенциала на границе раздела проводников I и II рода. Двойной электрический слой. Электрохимический потенциал, гальвани-потенциал. Обратимые электроды и обратимые электрохимические цепи (элементы). Электродвижущая сила гальванического элемента, условный электродный потенциал (потенциал в водородной шкале). Связь ЭДС гальванической цепи с электродными потенциалами. Правило знаков ЭДС и электродных потенциалов. Термодинамическая теория гальванических явлений. Вывод и анализ уравнения Нернста, выражающего зависимость ЭДС гальванического элемента от активностей компонентов электродной реакции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для электрохимических систем. Зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры. Классификация электродов: электроды первого и второго рода, газовые, окислительно-восстановительные. Уравнение Нернста для потенциала электродов всех видов.

##### 6.2. Гальванические элементы

Типы гальванических элементов: химические, концентрационные, с переносом, без переноса. Диффузионный потенциал, механизм возникновения и методы его устранения (сведения к минимальной величине). Методика измерения ЭДС и электродных потенциалов. Применение потенциометрии для определения термодинамических характеристик химических реакций, протекающих в гальванической цепи, констант химического равновесия, активностей и коэффициентов активности электролитов, pH растворов, произведения растворимости малорастворимых соединений. Химические источники тока.

#### *Раздел 7. Химическая кинетика*

##### 7.1. Формальная кинетика

Термодинамическая возможность процесса и его практическая (кинетическая) осуществимость. Предмет и задачи химической кинетики. Основные понятия формальной кинетики: скорость химической реакции, молекулярность, частный и общий порядок. Основной постулат химической кинетики, кинетическое уравнение скорости реакции. Константа скорости химической реакции, размерность константы скорости. Методы определения скоростей химических реакций. Простые (элементарные) и сложные реакции. Кинетика простых и формально простых односторонних гомогенных реакций. Реакции первого, второго и третьего порядков. Дифференциальная и интегральная формы кинетических уравнений, кинетические кривые. Линейное представление кинетических кривых для реакций различных порядков. Время полупревращения. Реакции нулевого порядка. Метод избытка (изоляции) Оствальда определения частных порядков по соответствующему реагенту. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Различие концентрационного и временного порядков. Сложные реакции. Принцип независимого протекания элементарных реакций. Обратимые и параллельные реакции первого порядка. Дифференциальные уравнения, описывающие скорости этих реакций, их интегрирование. Кинетические кривые для каждого из реагирующих веществ. Последовательные реакции 1-го порядка. Система дифференциальных уравнений, описывающих кинетику последовательных реакций. Кинетические уравнения и кинетические кривые для всех участников реакции. Время достижения максимальной концентрации промежуточного вещества. Зависимость максимальной концентрации промежуточного вещества от соотношения констант скоростей отдельных стадий последовательной реакции. Принцип лимитирующей стадии последовательной химической реакции. Стационарный режим протекания

последовательных реакций. Метод квазистационарных концентраций, область применения. Влияние температуры на скорость химической реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной форме. Эффективная энергия активации и предэкспоненциальный множитель, методы их определения из экспериментальных данных.

### 7.2. Теории химической кинетики

Теория активных (бинарных) соударений (ТАС). Скорость реакции как число столкновений активных молекул в единицу времени. Константа скорости бимолекулярной реакции. Физический смысл предэкспоненциального множителя и энергии активации в рамках теории активных соударений. Стерический фактор, необходимость его введения в кинетическое уравнение реакции. Достоинства и недостатки теории активных соударений. Механизм мономолекулярных газовых реакций в рамках ТАС, схема Линдемана. Истолкование причин изменения порядка мономолекулярной реакции при изменении давления.

Теория переходного состояния (активированного комплекса) (ТПС или ТАК). Основные положения ТПС, кинетическая схема реакции. Поверхность потенциальной энергии, координата реакции, путь реакции. Активированный комплекс и его свойства, истинная энергия активации. Скорость реакции – скорость распада активированного комплекса (скорость его прохождения через потенциальный барьер). Квазитермодинамическая форма уравнения ТПС, энтальпия и энтропия активации, трансмиссионный коэффициент. Связь энтальпии активации с эффективной (экспериментальной) энергией активации.

### 7.3. Фотохимические и цепные реакции

Фотохимические реакции, первичные и вторичные фотохимические процессы. Фотодиссоциация и фотолиз. Фотофизические (деактивационные) процессы при поглощении излучения. Законы фотохимии: Гротгуса-Дрепера и Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход. Кинетика процессов, происходящих с участием фотовозбужденных молекул. Сенсibilизаторы, Сенсibilизированные фотохимические реакции. Основные различия реакций с фотохимическим и термическим инициированием. Фотохимические процессы в атмосфере, фотосинтез.

Цепные реакции. Примеры реакций, протекающих по цепному механизму. Особенности и основные стадии цепных реакций. Механизмы зарождения, развития и обрыва цепей. Линейный и квадратичный обрыв цепей. Звено цепи, длина цепи. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Кинетика неразветвлённых цепных реакций. Стадии разветвленной цепной реакции. Вероятность обрыва и разветвления цепи. Развитие разветвленных цепных реакций во времени, стационарный и нестационарный режимы течения реакции. Предельные явления в разветвлённых реакциях. Нижний и верхний пределы воспламенения (взрыва) цепной реакции. Полуостров воспламенения.

### Раздел 8. Катализ

Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Основные закономерности каталитических реакций. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические характеристики химических реакций. Селективность действия катализатора. Каталитическая активность, удельная каталитическая активность. Гомогенный катализ. Слитный и раздельный механизмы каталитических реакций, энергетические диаграммы взаимодействия реагентов с катализатором. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Эффективная константа скорости реакции, катализируемой веществами с кислотно-основными свойствами. Каталитические константы скорости реакции. Гетерогенный катализ. Скорость гетерогенно-каталитической реакции. Типы гетерогенных катализаторов. Закон действующих поверхностей. Роль адсорбции в гетерогенном процессе. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций, не лимитируемых диффузией. Отравление катализаторов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр        |            |                |            |
|--|-------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
|  |             |            | 5              |            | 6              |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>14</b>   | 504        | <b>7</b>       | 252        | <b>7</b>       | 252        |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>5,34</b> | 192        | <b>2,67</b>    | 96         | <b>2,67</b>    | 96         |
| Лекции   | 1,78        | 64         | 0,89           | 32         | 0,89           | 32         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 1,78        | 64         | 0,89           | 32         | 0,89           | 32         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,78        | 64         | 0,89           | 32         | 0,89           | 32         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  |             | <b>240</b> | <b>3,33</b>    | <b>120</b> | <b>3,33</b>    | <b>120</b> |
| Подготовка к лабораторным работам              |             | 102        |                | 60         |                | 42         |
| Контактная самостоятельная работа              | <b>6,66</b> | -          | 3,33           | -          | 3,33           | -          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 138        |                | 60         |                | 78         |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |            |                |            |                |            |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>2</b>    | <b>72</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 2           | 0,8        | 1              | 0,4        | 1              | 0,4        |
| Подготовка к экзамену                          |             | 71,2       |                | 35,6       |                | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>Экзамен</b> |            | <b>Экзамен</b> |            |

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр        |           |                |           |
|--|-------------|------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
|  |             |            | 5              |           | 6              |           |
|  | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ             | Астр. ч.  | ЗЕ             | Астр. ч.  |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>14</b>   | 378        | <b>7</b>       | 189       | <b>7</b>       | 189       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>5,34</b> | 144        | <b>2,67</b>    | 72        | <b>2,67</b>    | 72        |
| Лекции   | 1,78        | 48         | 0,89           | 24        | 0,89           | 24        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 1,78        | 48         | 0,89           | 24        | 0,89           | 24        |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,78        | 48         | 0,89           | 24        | 0,89           | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  |             | <b>180</b> | <b>3,33</b>    | <b>90</b> | <b>3,33</b>    | <b>90</b> |
| Подготовка к лабораторным работам              |             | 76,5       |                | 45        |                | 31,5      |
| Контактная самостоятельная работа              | <b>6,66</b> | -          | 3,33           | -         | 3,33           | -         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 103,5      |                | 45        |                | 58,5      |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |            |                |           |                |           |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>2</b>    | <b>54</b>  | <b>1</b>       | <b>27</b> | <b>1</b>       | <b>27</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 2           | 0,6        | 1              | 0,3       | 1              | 0,3       |
| Подготовка к экзамену                          |             | 53,4       |                | 26,7      |                | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>Экзамен</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Коллоидная химия»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися базовых знаний в области термодинамики поверхностных явлений и свойств дисперсных систем и получение умений в части использования этих знаний при исследовании, проектировании и создании реальных систем, являющихся в большинстве случаев дисперсными.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ОПК-1.4, ОПК-1.8, ОПК-1.11.*

***Знать:***

- признаки объектов коллоидной химии и их классификацию.
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов).
- основные теории физической адсорбции.
- основные представления о строении двойного электрического слоя; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.
- условия применимости закона Стокса; закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа.
- природу седиментационной и агрегативной устойчивости; основные свойства растворов ПАВ как лиофильных систем; основные положения теории ДЛФО; причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции.
- типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам.

***Уметь:***

- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений.
- рассчитывать основные характеристики пористой структуры.
- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза.
- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам.
- рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц.
- рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем.

***Владеть:***

- представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.
- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.
- знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.
- знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского;
- методами определения электрокинетического потенциала.
- методом седиментационного анализа.
- методами определения критической концентрации мицеллообразования;
- методами исследования кинетики коагуляции.
- методами измерения и анализа кривых течения.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Предмет и признаки объектов коллоидной химии*

Коллоидная химия - наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Основные поверхностные явления: адгезия и смачивание, капиллярность, адсорбция, электрические явления на поверхностях и др.

Основные признаки дисперсных систем - гетерогенность и дисперсность; поверхностная энергия; количественные характеристики дисперсности. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. Классификация свобододисперсных систем по размерам частиц и по взаимодействию между дисперсионной средой и дисперсной фазой. Роль поверхностных явлений и дисперсных систем в природе, промышленности и, в частности, химической технологии.

## *Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений*

Общая характеристика поверхностной энергии. Поверхностная энергия в общем уравнении 1-го и 2-го начал термодинамики. Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Поверхностное натяжение - характеристика природы соприкасающихся фаз и их взаимодействия. Свойства поверхностей жидких и твердых тел. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней удельной поверхностной энергии (полной поверхностной энергии). Зависимость энергетических параметров поверхности от температуры. Процессы самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии.

Адсорбция и поверхностное натяжение. Связь величины адсорбции с параметрами системы: изотерма, изопикна и изостера адсорбции. Метод избытков Гиббса. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Природа сил межфазного взаимодействия. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильные и лиофобные поверхности. Методы определения краевых углов. Влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ) на смачивание. Растекание жидкостей. Коэффициент растекания по Гаркинсу. Эффект Марангони. Межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова. Практическое значение адгезии, смачивания и растекания.

Дисперсность и термодинамические свойства тел. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа). Поверхностная энергия и равновесные формы тел. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа. Капиллярные явления (уравнение Жюрена), их роль в природе и технологии. Методы определения поверхностного натяжения. Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности. Уравнение Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода.

Получение дисперсных систем. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации.

## *Раздел 3. Адсорбционные равновесия*

Классификация механизмов адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция и ионообменная адсорбция). Природа адсорбционных сил. Особенности составляющих сил Ван-дер-Ваальса (ориентационных, индукционных и дисперсионных) при адсорбции. Уравнение для потенциальной энергии взаимодействия атома (молекулы) с поверхностью тела.

Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Закон Генри. Уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Определение констант этого уравнения (линейная форма уравнения Ленгмюра). Уравнение Фрейндлиха. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эммета, Теллера (БЭТ), уравнение изотермы адсорбции, его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ и расчет его констант. Определение удельной поверхности методом БЭТ.

Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и ее взаимосвязь с теориями адсорбции.

Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам.

Особенности адсорбции на микропористых материалах. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых. Обобщенное уравнение теории Дубинина объемного заполнения микропор, частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Адсорбция газов и паров в химической технологии.

Адсорбция поверхностно-активных веществ. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность, правило Дюкло-Траубе. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра. Уравнение Шишковского. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик. Весы Ленгмюра. Факторы, определяющие агрегатное состояние адсорбционных пленок. Определение строения адсорбционного слоя и размеров молекул ПАВ.

#### *Раздел 4. Электрические явления на поверхности*

Двойной электрический слой (ДЭС), механизмы образования ДЭС. Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС по этим кривым.

Общие представления о теориях строения ДЭС. Теория Гуи – Чепмена. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Двойной электрический слой по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Мицеллы и их строение.

Четыре вида электрокинетических явлений. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для скорости переноса при электроосмосе и электрофорезе. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Практическое использование электрокинетических явлений.

#### *Раздел 5. Кинетические свойства дисперсных систем*

Основы седиментационного анализа. Связь скорости осаждения частиц с их размером. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривая седиментации. Кривые распределения частиц по радиусам. Экспериментальные методы в седиментационном анализе.

Молекулярно-кинетическая природа броуновского движения. Связь между среднеквадратичным сдвигом частиц и коэффициентом диффузии (закон Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона Эйнштейна-Смолуховского. Следствия из теории броуновского движения.

Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон. Седиментационная устойчивость дисперсных систем.

#### *Раздел 6. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем*

Общие вопросы устойчивости дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивости систем. Лиофильные и лиофобные системы: самопроизвольное

образование одних и необходимость стабилизации других. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру-Щукину.

Леофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика поверхностно-активных веществ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ. Солюбилизация. Основные факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Применение ПАВ.

Леофобные дисперсные системы. Факторы устойчивости леофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Определение скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

Основные положения теории Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека (ДЛФО). Расклинивающее давление и его составляющие. Энергия электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Силы и энергия притяжения. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных дисперсных системах. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первом и втором минимумах. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Порог быстрой коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Закон Дерягина. Стабилизация дисперсных систем высокомолекулярными соединениями (ВМС) и ПАВ. Методы очистки промышленных и бытовых стоков, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем.

*Раздел 7. Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем*

Типы структур, образующихся в агрегативно-устойчивых и агрегативно-неустойчивых дисперсных системах. Жидкокристаллическое состояние агрегативно-устойчивых дисперсных систем.

Возникновение объемных структур в агрегативно-неустойчивых (лиофобных) дисперсных системах. Взаимосвязь между видом потенциальной кривой взаимодействия частиц (по теории ДЛФО) и типом возникающих структур. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Теория структурообразования (физико-химическая механика) как основа получения новых материалов.

Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия и идеальные законы реологии. Моделирование реологических свойств тел. Модель Максвелла, модель Кельвина-Фойгта, модель Бингама.

Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости и твердообразные тела. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнения Эйнштейна, Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем.

#### *8. Заключение*

Поверхностные явления и дисперсные системы в химической технологии. Коллоидная химия и охрана окружающей среды.

Общее количество разделов - 8.

#### **4 Объем учебной дисциплины**



| Вид учебной работы   | Объем дисциплины |             |             |
|--|------------------|-------------|-------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.    | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>   | <b>5</b>         | <b>180</b>  | <b>135</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>                                   | <b>1,79</b>      | <b>64,4</b> | <b>48,3</b> |
| Лекции   | 0,89             | 32          | 24          |
| Практические занятия (ПЗ)  | 0                | 0           | 0           |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0,89             | 32          | 24          |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>2,22</b>      | <b>80</b>   | <b>60</b>   |
| Контактная самостоятельная работа  |                  | -           | -           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины (подготовка к лабораторным работам) | 2,22             | 80          | 60          |
| <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>   |             |             |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Математика»

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

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:  
ОПК-2.1, ОПК-2.5, ОПК-2.9.

*Знать:*

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

*Уметь:*

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

*Владеть:*

- основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата;
- методами статистической обработки информации.

### 3. Краткое содержание дисциплины

1

СЕМЕСТР

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

### *Раздел 1. Элементы алгебры*

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

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

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

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

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

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

Первообразная функция. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных интегралов. Методы интегрирования: непосредственное интегрирование, метод подстановки, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей, интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций. Определенный интеграл, его геометрический смысл, его свойства. Теорема о среднем значении. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Вычисление площадей плоских фигур и объемов тел вращения с помощью определенного интеграла. Несобственные интегралы: определения, свойства, методы вычисления.

2

## **СЕМЕСТР**

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

Функции двух и более переменных: определение, область определения, область существования, геометрическая интерпретация, линии уровня, и поверхности уровня. Предел функции в точке. Частные производные (на примере функции двух переменных). Дифференцируемость функции: определение, связь дифференцируемости с непрерывностью и с существованием частных производных. Достаточные условия дифференцируемости функции. Дифференцируемость сложной функции, полная производная. Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции одной и двух переменных, заданной неявно. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных (для функции двух переменных). Аналитический признак полного дифференциала. Производная по направлению: определение, формула для ее вычисления. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных: определения,

необходимое и достаточное условия существования экстремума. Условный экстремум: определение, методы нахождения точек условного экстремума (прямой метод и метод множителей Лагранжа). Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных в замкнутой области.

#### *Раздел 6. Кратные интегралы*

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

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

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

3

### **СЕМЕСТР**

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

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

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

Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка: определение, однородные и неоднородные линейные уравнения. Свойства решений. Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Теоремы о структуре общих решений линейных однородных и линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка. Фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод Эйлера для решения этих уравнений. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод подбора частного решения этого уравнения с правой частью специального вида и метод вариации произвольных постоянных. Линейные дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения. Алгоритм построения общего решения линейного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.

#### *Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений*

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

#### *Раздел 11. Числовые и функциональные ряды*

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

4

### **СЕМЕСТР**

#### *Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения*

Предмет теории вероятностей. Случайные события. Противоположные события. Независимые события. Относительная частота. Классическое и геометрическое определение вероятности. Элементарная теория вероятностей. Методы вычисления вероятностей. Пространство элементарных событий. Классическое определение вероятности. Алгебра событий: теоремы о вероятности суммы событий, противоположных событий, сумма вероятностей несовместных событий, образующих полную группу. Аксиоматическое определение вероятности. Статистическое определение вероятности. Условная вероятность. Теоремы о вероятности произведения зависимых и независимых событий. Полная вероятность. Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.

Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения случайной величины. Функция распределения, ее свойства, график. Плотность распределения непрерывной случайной величины (плотность вероятности). Формула для вероятности попадания непрерывной случайной величины в данный интервал, выраженный через плотность вероятности, геометрический смысл формулы. Биномиальное распределение, распределение Пуассона, равномерное распределение, нормальное распределение, экспоненциальное распределение.

#### *Раздел 13. Математическая статистика*

Предмет математической статистики. Основные задачи математической статистики. Выборочный метод. Статистическое описание. Выборки. Гистограмма и полигон частот. Статистическая (эмпирическая) функция распределения. Выборочные характеристики и их распределения. Состоятельные, эффективные смещенные и несмещенные оценки параметров. Статистическое среднее, статистическая дисперсия и статистическое среднее квадратичное как точечные оценки неизвестных: математического ожидания, дисперсии, среднего квадратичного отклонения. Доверительные интервалы и интервальные оценки. Доверительные оценки неизвестной вероятности по большим выборкам. Доверительная оценка математического ожидания при неизвестной дисперсии. Доверительная оценка среднего квадратичного отклонения. Точные выборочные распределения: Стьюдента (t-распределение), Фишера-Снедекора (F-распределение), Пирсона ( $\chi^2$ -распределение).

Проверка статистических гипотез. Математические методы проверки статистических гипотез. Элементы теории корреляции.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Семестр     |            |                        |            |                |            |                |            |              |            |
|--|-------------|------------|------------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|--------------|------------|
|  | Всего       |            | 1                      |            | 2              |            | 3              |            | 4            |            |
|  | ЗЕ          | Акад.ч.    | ЗЕ                     | Акад.ч.    | ЗЕ             | Акад.ч.    | ЗЕ             | Акад.ч.    | ЗЕ           | Акад.ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>18</b>   | <b>648</b> | <b>5</b>               | <b>180</b> | <b>5</b>       | <b>180</b> | <b>5</b>       | <b>180</b> | <b>3</b>     | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>7,56</b> | <b>272</b> | <b>2,66</b>            | <b>96</b>  | <b>1,78</b>    | <b>64</b>  | <b>1,78</b>    | <b>64</b>  | <b>1,34</b>  | <b>48</b>  |
| Лекции   | 3,56        | 128        | 1,33                   | 48         | 0,89           | 32         | 0,89           | 32         | 0,45         | 16         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 4           | 144        | 1,33                   | 48         | 0,89           | 32         | 0,89           | 32         | 0,89         | 32         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>8,44</b> | <b>304</b> | <b>2,34</b>            | <b>84</b>  | <b>2,22</b>    | <b>80</b>  | <b>2,22</b>    | <b>80</b>  | <b>1,66</b>  | <b>60</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 8,44        | 0,6        | 2,34                   | 0,4        | 2,22           | 0          | 2,22           | 0          | 1,66         | 0,2        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 303,4      |                        | 83,6       |                | 80         |                | 80         |              | 59,8       |
| <b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>          |             |            | +                      | +          |                |            |                |            |              |            |
| <b>Вид контроля – Зачет</b>                    |             |            |                        |            |                |            |                |            | +            | +          |
| <b>Вид контроля – Экзамен</b>                  | <b>2</b>    | <b>72</b>  |                        |            | <b>1</b>       | <b>36</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  |              |            |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 2           | 0,8        |                        |            | 1              | 0,4        | 1              | 0,4        |              |            |
| Подготовка к экзамену                          |             | 71,2       |                        |            |                | 35,6       |                | 35,6       |              |            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |            | <b>Экзамен</b> |            | <b>Экзамен</b> |            | <b>Зачет</b> |            |

| Вид учебной работы                             | Семестр     |               |                        |              |                |              |                |              |              |              |
|--|-------------|---------------|------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
|  | Всего       |               | 1                      |              | 2              |              | 3              |              | 4            |              |
|  | ЗЕ          | Астр.ч.       | ЗЕ                     | Астр.ч.      | ЗЕ             | Астр.ч.      | ЗЕ             | Астр.ч.      | ЗЕ           | Астр.ч.      |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>18</b>   | <b>486</b>    | <b>5</b>               | <b>135</b>   | <b>5</b>       | <b>135</b>   | <b>5</b>       | <b>135</b>   | <b>3</b>     | <b>81</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>7,56</b> | <b>204,12</b> | <b>2,66</b>            | <b>71,82</b> | <b>1,78</b>    | <b>48,06</b> | <b>1,78</b>    | <b>48,06</b> | <b>1,34</b>  | <b>36,18</b> |
| Лекции   | 3,56        | 96,12         | 1,33                   | 35,91        | 0,89           | 24,03        | 0,89           | 24,03        | 0,45         | 12,15        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 4           | 108           | 1,33                   | 35,91        | 0,89           | 24,03        | 0,89           | 24,03        | 0,89         | 24,03        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>8,44</b> | <b>227,88</b> | <b>2,34</b>            | <b>63,18</b> | <b>2,22</b>    | <b>59,94</b> | <b>2,22</b>    | <b>59,94</b> | <b>1,66</b>  | <b>44,82</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 8,44        | 0,45          | 2,34                   | 0,3          | 2,22           | 0            | 2,22           | 0            | 1,66         | 0,15         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 227,43        |                        | 62,88        |                |              |                |              |              |              |
| <b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>          |             |               | +                      | +            |                |              |                |              |              |              |
| <b>Вид контроля – Зачет</b>                    |             |               |                        |              |                |              |                |              | +            | +            |
| <b>Вид контроля – Экзамен</b>                  | <b>2</b>    | <b>54</b>     |                        |              | <b>1</b>       | <b>27</b>    | <b>1</b>       | <b>27</b>    |              |              |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 2           | 0,6           |                        |              | 1              | 0,3          | 1              | 0,3          |              |              |
| Подготовка к экзамену.                         |             | 53,4          |                        |              |                | 26,7         |                | 26,7         |              |              |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |               | <b>Зачет с оценкой</b> |              | <b>Экзамен</b> |              | <b>Экзамен</b> |              | <b>Зачет</b> |              |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика»

**1. Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ОПК-2.4, ОПК-2.7, ОПК-2.11*

*Знать:*

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;
- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;
- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений;
- методы обработки результатов физического эксперимента.

*Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;
- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;
- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;
- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;
- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.

*Владеть:*

- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;
- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.

**3. Краткое содержание дисциплины.**

*Раздел 1. Физические основы механики.*

1.1. Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.

1.2. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.

1.3. Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.

1.4. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.

*Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.*

2.1. Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

2.2. Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.

2.3. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

*Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток.*

3.1. Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле.

*Раздел 4. Электромагнетизм.*

4.1. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.

4.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

Раздел 5. Оптика.

5.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

5.2. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.

5.3. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору.

Раздел 6. Элементы квантовой физики.

6.1. Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.

6.2. Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.

**4. Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы  | Всего      |            | Семестр        |            |                |            |
|---|------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
|   |            |            | № 2            |            | № 3            |            |
|   | ЗЕ         | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>  | <b>12</b>  | <b>432</b> | <b>6</b>       | <b>216</b> | <b>6</b>       | <b>216</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>  | <b>3,5</b> | <b>128</b> | <b>1,3</b>     | <b>48</b>  | <b>2,2</b>     | <b>80</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>                      | -          | -          | -              | -          | -              | -          |
| Лекции  | 1,3        | 48         | 0,4            | 16         | 0,9            | 32         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)                             | -          | -          | -              | -          | -              | -          |
| Практические занятия (ПЗ)   | 1,3        | 48         | 0,4            | 16         | 0,9            | 32         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)                             | -          | -          | -              | -          | -              | -          |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 0,9        | 32         | 0,4            | 16         | 0,4            | 16         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)                             | -          | -          | -              | -          | -              | -          |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>6,5</b> | <b>232</b> | <b>3,7</b>     | <b>132</b> | <b>2,8</b>     | <b>100</b> |
| Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)                    |            | 0,8        |                | 0,4        |                | 0,4        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы) | 6,5        | 231,2      | 3,7            | 131,6      | 2,8            | 96,6       |
| <b>Виды контроля:</b>   |            |            |                |            |                |            |
| <b>Вид контроля из УП (зач / зач с оц.)</b>   |            |            |                |            |                |            |
| <b>Экзамен (если предусмотрен УП)</b>   | <b>2</b>   | <b>72</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация  | 1          | 0,4        | 1              | 0,4        | 1              | 0,4        |
| Подготовка к экзамену.  |            | 35,6       |                | 35,6       |                | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  |            |            | <b>Экзамен</b> |            | <b>Экзамен</b> |            |

| Вид учебной работы                             | Всего      |            | Семестр    |            |            |            |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|  |            |            | № семестра |            | № семестра |            |
|  | ЗЕ         | Астр. ч.   | ЗЕ         | Астр. ч.   | ЗЕ         | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>12</b>  | <b>324</b> | <b>6</b>   | <b>162</b> | <b>6</b>   | <b>162</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>3,5</b> | <b>96</b>  | <b>1,3</b> | <b>36</b>  | <b>2,2</b> | <b>60</b>  |



|   |            |            |            |                |                |           |
|---|------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------|
| <b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>                      | -          | -          | -          | -              | -              | -         |
| Лекции  | 1,3        | 36         | 0,4        | 12             | 0,9            | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)                             | -          | -          | -          | -              | -              | -         |
| Практические занятия (ПЗ)   | 1,3        | 36         | 0,4        | 12             | 0,9            | 24        |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)                             | -          | -          | -          | -              | -              | -         |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 0,9        | 24         | 0,4        | 12             | 0,4            | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)                             | -          | -          | -          | -              | -              | -         |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>6,5</b> | <b>174</b> | <b>3,7</b> | <b>99</b>      | <b>2,8</b>     | <b>75</b> |
| Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)                    |            | 0,6        |            | 0,3            |                | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы) | 6,5        | 173,4      | 3,7        | 98,7           | 2,8            | 74,7      |
| <b>Виды контроля:</b>   |            |            |            |                |                |           |
| <i>Вид контроля из УП (зач / зач с оц.)</i>   |            |            |            |                |                |           |
| <b>Экзамен (если предусмотрен УП)</b>   | <b>2</b>   | <b>54</b>  | <b>1</b>   | <b>27</b>      | <b>1</b>       | <b>27</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация  | 2          | 0,6        | 1          | 0,3            | 1              | 0,3       |
| Подготовка к экзамену.  |            | 53,4       |            | 26,7           |                | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  |            |            |            | <b>Экзамен</b> | <b>Экзамен</b> |           |

**Аннотация рабочей программы модуля  
«Введение в информационные технологии»**

**1. Цель модуля** – ознакомление студентов с теоретическими, практическими и методологическими основами современных информационных систем. В рамках изучения модуля у студентов формируются теоретические знания и практические навыки по инструментальным средствам программного обеспечения. Студенты изучают на практике виды информационных технологий.

**Задачи модуля** – приобретение студентами прочных теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий.

**2. В результате изучения модуля обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.5; ОПК-2.6; ОПК-2.9; ОПК-2.10; ОПК-4.11; ОПК-5.5; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3

В результате освоения модуля студент должен:

*Знать:*

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)
- современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.

*Уметь:*

- выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические

платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности

- анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.

*Владеть:*

- навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными
- навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

### **3. Краткое содержание модуля**

#### **1 семестр – Основы информационных технологий**

##### **Раздел 1. Введение в информационные технологии.**

1.1. Структура операционных систем, пакеты прикладных программ, Microsoft Office. Классификация программных средств. Системное и прикладное программное обеспечение ПК. Обзор операционных систем (ОС). Принципы создания и состав ОС: ядро, интерфейс, драйверы. Краткая характеристика WINDOWS, модульный принцип построения. Среда WINDOWS: окна, их элементы, работа в многооконном режиме.

1.2. Текстовый редактор WORD, редакторы математических и химических формул. Возможности создания электронных презентаций (Power point). Создание документов различных форм (стандартных и нестандартных). Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.

1.3. Табличный процессор EXCEL: обзор, типы и адресация ячеек, формат ячеек, встроенные функции, форматирование таблиц. EXCEL: Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач. Построение графиков и диаграмм.

1.4. EXCEL. Операции с массивами. Разработка и реализация простейших алгоритмов с использованием возможностей редактора (нахождение максимального (минимального) элемента вектора и матрицы, нахождение суммы элементов вектора и матрицы, вычисление матричных выражений). Решение вычислительных задач с использованием таблиц. Решение СЛАУ с использованием обратной матрицы.

1.5. EXCEL Построение графиков и диаграмм. Расчет функциональных зависимостей и построение графических изображений с использованием стандартных функций EXCEL и мастера функций. Построение поверхностей с использованием мастера диаграмм. Построение линий тренда.

##### **Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB.**

2.1. Алгоритмы, типы алгоритмов. Понятие алгоритма и его свойства. Способы записи алгоритмов. Модульный принцип построения алгоритмов и программ. Пакет компьютерной математики MATLAB. Характеристики языков программирования. Эволюция и классификация языков программирования, императивные, функциональные, логические, объектно-ориентированные, их комбинации. Понятия трансляции, компиляции, интерпретации, их различия. Языки программирования высокого уровня. Структурное программирование, его особенности. Обзор пакетов компьютерной математики – Matlab, Mathcad, Mathematica.

2.2. Среда MATLAB. Основные структуры и принципы структурного программирования, иллюстрация. Базовые алгоритмические конструкции (следование, ветвление, повторение), их реализации. Операторы языка программирования MATLAB. Основные решатели (solvers) MATLAB для реализации вычислительных алгоритмов. Библиотека стандартных функций size, length, numel, zero, ones, linspace, sum, abs, sin, cos, exp, log, sqrt, num2str, disp, printf.

2.3. Построение графиков функции одной и двух переменных. Использование функций plot, subplot, polar, mesh, surf, polar, meshgrid, surf, contour, оформление графиков (заголовки, подписи по осям и пр.).

2.4. Операции над массивами: векторами и матрицами - сложение, умножение, транспонирование, обращение (inv), вычисление нормы (norm), ранга (rank) и определителя матрицы

(det). Алгоритмы нахождения максимального, минимального элемента в массиве, алгоритмы сортировки и их реализация (например, Selection Sort).

### **Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB.**

3.1. Численные методы, характеристика и их особенности, понятие сходимости метода. Элементы теории погрешностей, классификация погрешностей, абсолютная и относительная погрешность, понятие функции нормы. Введение в статистику. Алгоритмы для статистической обработки информации (вычисление точечных и интервальных оценок результатов измеряемой величины), их реализации в ПКМ MATLAB. Использование функций min, max, median, var, polyfit, polyval.

3.2. Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности. Функции MATLAB для работы с многочленами poly1d, polyval, polyfit, polyder, polyint.

3.3. Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов. Реализация алгоритмов численных методов вычисления определенных интегралов в среде MATLAB, применение стандартных функций trapz, quad, integral.

3.4. Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Отделение корней. Алгоритмы уточнения корня (метод половинного деления, Ньютона, простой итерации). Сравнительные характеристики. Реализация алгоритмов в среде MATLAB по блок-схемам и с использованием решателей roots, fzero.

3.5. Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции. Вычислительные алгоритмы нахождения локальных и глобальных экстремумов (метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения), их реализации по блок-схемам и с использованием решателя fminbnd в среде MATLAB.

### **Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных.**

4.1. Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Топологии сетей: звездная, шинная, кольцевая. Сети закрытого типа: локальные и распределенные сети, корпоративные сети. Программно-техническое обеспечение: адресация, операционная система, адаптеры, драйверы, протоколы (особые языки, на которых обмениваются информацией компьютеры в сети, например, TCP, TCP/IP, UDP).

4.2. Глобальные сети различного масштаба (WAN –Wide Area Net, MS Network, Internet). Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам. Защита информации. Понятие безопасности компьютерной информации: надежность компьютера, сохранность данных, защита от внесения изменений неуполномоченными 50 лицами, сохранение тайны переписки в электронной сети. Алгоритмы защиты информации: методы защиты, компьютерные вирусы и борьба с ними. Методы реализации защиты информации: программные, аппаратные, организационные.

4.3. Информационные системы. Системы управления банками и базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации. Обмен данными с другими приложениями WINDOWS: текстовыми редакторами и электронными таблицами.

4.4. Реляционная база данных ACCESS. Главное окно, меню команд, панель инструментов. Создание и открытие базы данных. Ввод и редактирование данных в режиме таблицы и режиме конструктора. Формирование запросов. Запросы простые и многотабличные, запросы с условиями. Создание отчетов и форм. Технология реализации простейших задач средствами СУБД ACCESS.

## **2 семестр – Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности**

### **Раздел 5. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии.**

5.1. Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор. Особенности и свойства объектно-ориентированного программирования (ООП). Создание и использование дистрибутива Anaconda. Инфраструктуры Spyder, Jupiter, структура языка. Основные структуры

данных (список кортеж, объекты) и операции над ними. Алгоритмы. Основные алгоритмические конструкции (следование, ветвление, циклы) и их реализация в Python.

5.2. Введение в программирование на языке Python. Структура программы, отступы, модули, операторы, функции (именованные и анонимные), особенности. Стандартные и нестандартные функции Python (общего назначения, математические, обработка строк, ввод/вывод).

5.3. Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python (в среде Spyder). Управляющие конструкции `if`, `for`, `while`.

5.4. Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy (модули `scipy` и `numpy`, а также `matplotlib`), сравнение с MATLAB. Основная структура данных NumPy для векторных и матричных вычислений `ndarray`. Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python. Информационные матричные функции (норма, определитель, ранг). Методы `ndarray` – `T`, `copy`, `shape`, `size`, `ndim` и др., индексирование, матричное произведение и функции модуля `numpy` `len`, `shape`, `zeros`, `eye`, `dot`, `isclose`, `linspace`, `gradient`, `linalg.det`.

5.5. Построение графиков в Python с использованием модуля `matplotlib`. Функции модуля `matplotlib.pyplot` `plot`, `polar`, `plot_surface`, `colorbar`, `contour`, `quiver`. Установка параметров и аннотирование графиков.

## **Раздел 6. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).**

6.1. Прямые и итерационные численные методы. Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности машинной арифметики (краткий повтор). Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python, информационные матричные функции (норма, определитель, ранг).

6.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций. Решение СЛАУ в Python с использованием модулей `numpy.linalg` и `scipy.linalg` и функций `det`, `rank`, `inv`, `cond`, `norm`, `solve`.

6.3. Обзор методов решения СЛАУ. Вычислительная устойчивость, сходимость методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.

## **Раздел 7. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами.**

7.1. Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Функции Python. Определение критерия Стьюдента.

7.2. Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа, реализация в Python.

7.3. Приближение функций. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Использование функций Python для аппроксимации и МНК `scipy.polyfit`, `scipy.optimize.least_squares`, `scipy.optimize.lsqr_linear`.

7.4.. Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СНУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Реализация методов в Python.

7.5. Методика использования решателей в модуле `scipy.optimize`, функции `root_scalar`, `root`.

## **Раздел 8. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами.**

8.1. Классификация задач и методов оптимизации. Метод градиентного спуска. Метод деформируемого многогранника. Реализация методов в Python.

8.2. Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле `scipy.optimize` Встроенные методы SciPy, функции `minimize_scalar`, `minimize`.

8.3. Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Реализация методов в Python. Выбор решателя в модуле `scipy.integrate`, функции `solve_ivp`, `solve_bvp`.

#### 4. Объем модуля и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Всего       |            | Семестр        |            |              |           |
|--|-------------|------------|----------------|------------|--------------|-----------|
|  |             |            | 1 семестр      |            | 2 семестр    |           |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   | ЗЕ           | Акад. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость модуля</b>   | <b>6</b>    | <b>216</b> | <b>4</b>       | <b>144</b> | <b>2</b>     | <b>72</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>   | <b>3,78</b> | <b>136</b> | <b>2,36</b>    | <b>85</b>  | <b>1,42</b>  | <b>51</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>   | <i>1</i>    | <i>36</i>  | <i>0,50</i>    | <i>18</i>  | <i>0,50</i>  | <i>18</i> |
| Лекции (Л)   | 0,47        | 17         | 0,47           | 17         | -            | -         |
| Практические занятия (ПЗ)  | 1,42        | 51         | 0,94           | 34         | 0,47         | 17        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>   | <i>0,50</i> | <i>18</i>  | <i>0,25</i>    | <i>9</i>   | <i>0,25</i>  | <i>9</i>  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 1,89        | 68         | 0,94           | 34         | 0,94         | 34        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>   | <i>0,50</i> | <i>18</i>  | <i>0,25</i>    | <i>9</i>   | <i>0,25</i>  | <i>9</i>  |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>   | <b>1,22</b> | <b>44</b>  | <b>0,64</b>    | <b>23</b>  | <b>0,58</b>  | <b>21</b> |
| Самостоятельное изучение разделов модуля, в том числе подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, подготовка к текущему контролю, другие виды самостоятельной работы | 1,21        | 43,8       | 0,64           | 23         | 0,57         | 20,8      |
| Контактная самостоятельная работа  | 0,01        | 0,2        | -              | -          | 0,01         | 0,2       |
| <b>Виды контроля</b>   |             |            |                |            |              |           |
| <b>Зачет</b>   |             |            | -              | -          | +            | +         |
| <b>Экзамен</b>   |             |            | +              | +          | -            | -         |
| Контактная работа - промежуточная аттестация   | 1           | 0,4        | 1              | 0,4        | -            | -         |
| Самостоятельно изучение разделов модуля  |             | 35,6       |                | 35,6       |              | -         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>   |             |            | <b>Экзамен</b> |            | <b>Зачет</b> |           |

| Вид учебной работы                                 | Всего       |             | Семестр     |              |             |              |
|--|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|  |             |             | 1 семестр   |              | 2 семестр   |              |
|  | ЗЕ          | Астр. ч.    | ЗЕ          | Астр. ч.     | ЗЕ          | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость модуля</b>                   | <b>6</b>    | <b>162</b>  | <b>4</b>    | <b>108</b>   | <b>2</b>    | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>3,78</b> | <b>102</b>  | <b>2,36</b> | <b>63,75</b> | <b>1,42</b> | <b>38,25</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>1</i>    | <i>27</i>   | <i>0,50</i> | <i>13,5</i>  | <i>0,50</i> | <i>13,5</i>  |
| Лекции (Л)   | 0,47        | 12,75       | 0,47        | 12,75        | -           | -            |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 1,42        | 38,25       | 0,94        | 25,5         | 0,47        | 12,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>0,50</i> | <i>13,5</i> | <i>0,25</i> | <i>6,75</i>  | <i>0,25</i> | <i>6,75</i>  |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 1,89        | 51          | 0,94        | 25,5         | 0,94        | 25,5         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>0,50</i> | <i>13,5</i> | <i>0,25</i> | <i>6,75</i>  | <i>0,25</i> | <i>6,75</i>  |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                 | <b>1,22</b> | <b>33</b>   | <b>0,64</b> | <b>17,25</b> | <b>0,58</b> | <b>15,75</b> |

|  |      |       |                |       |              |      |
|--|------|-------|----------------|-------|--------------|------|
| Самостоятельное изучение разделов модуля, в том числе подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, подготовка к текущему контролю, другие виды самостоятельной работы | 1,21 | 32,85 | 0,64           | 17,25 | 0,57         | 15,6 |
| Контактная самостоятельная работа  | 0,01 | 0,15  | -              | -     | 0,01         | 0,15 |
| <b>Виды контроля</b>   |      |       |                |       |              |      |
| <b>Зачет</b>   |      |       | -              | -     | +            | +    |
| <b>Экзамен</b>   |      |       | +              | +     | -            | -    |
| Контактная работа - промежуточная аттестация   | 1    | 0,3   | 1              | 0,3   | -            | -    |
| Самостоятельно изучение разделов модуля  |      | 26,7  |                | 26,7  |              | -    |
| <b>Вид итогового контроля:</b>   |      |       | <b>Экзамен</b> |       | <b>Зачет</b> |      |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Проблемы устойчивого развития»

**1 Цель дисциплины** – сформировать у студентов целостную картину мира на основе концепции устойчивого развития, познакомить студентов с целями устойчивого развития, понятиями устойчивости и неустойчивости динамических систем в окружающем мире; ресурсах и развитии, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-8.1; УК-8.2; УК-8.5; УК-8.6; УК-8.9; ОПК-3.2; ОПК-3.8; ОПК-3.12; ОПК-3.18*

*Знать:*

- основные определения и принципы концепции устойчивого развития;
- основные характеристики биотических, абиотических и антропогенных факторов, оказывающих влияние на живые организмы, включая человека;
- основные существующие проблемы, возникающие при взаимодействии экономики, общества и окружающей среды;
- современные системы индексов и индикаторов устойчивого развития, их особенности и недостатки;

*Уметь:*

- делать системный анализ существующих эколого-социальных, социально-экономических и эколого-экономических проблем;
- находить наиболее рациональный вариант решения поставленных задач с учётом конфликта в потребностях человека и ограничениях окружающей среды;

*Владеть:*

- навыками пользования современной литературой в области устойчивого развития и экологии;
- умением анализировать новые теоретические и практические программы и проекты, направленные на достижение целей устойчивого развития;
- приемами принятия решений по урегулированию конфликтных ситуаций в области устойчивого развития и использования ресурсов.

### 3 Краткое содержание дисциплины

*Введение*

Цели, задачи и предмет курса. Место курса в системе химического образования. Экологическое образование и образование для устойчивого развития.

*Раздел 1. Основные понятия курса. Общество и окружающая среда*

Рост и развитие. Устойчивость и неустойчивость динамических систем. Биосфера как динамическая система. Человек: биологический вид и цивилизация. Системы поддержания жизни и системы поддержания цивилизации. Население, производство, состояние окружающей среды. Понятие устойчивого развития. Римский клуб и глобальная проблематика. Необходимость в устойчивом развитии. Содержание и эволюция представлений общества об устойчивом развитии.

#### *Раздел 2. Биосфера, ее эволюция и устойчивость. Экосистемы Земли и устойчивость*

Основные сведения о планете Земля. Строение и состав атмосферы. Мировой океан. Литосфера. Биотическая и абиотическая составляющие биосферы: основные характеристики. Потоки энергии в системе Солнце-Земля.

Основные понятия экологии. Системы поддержания жизни на Земле: общий обзор. Понятие экосистемы. Структура и составляющие экосистем. Виды, популяции, сообщества. Взаимодействие видов в экосистемах. Основные типы экосистем.

Потоки энергии и вещества в экосистемах. Трофические цепи. Метаболизм и элементный состав живой и неживой материи. Основные биогеохимические циклы (круговороты веществ). Цикличность процессов в биосфере и устойчивость.

Изменения в популяциях, сообществах, экосистемах. Реакция живых систем на изменения окружающей Среды. Воздействие человека на экосистемы. Законы и принципы экологии.

Биоразнообразие и устойчивость экосистем. Видовое разнообразие - необходимое условие устойчивости биосферы.

#### *Раздел 3. Человечество как часть биосферы. Демографические проблемы современного мира.*

Особенности человека как биологического вида. Динамика человеческой популяции, рождаемость, смертность, возрастная структура. Проблемы современного этапа роста численности населения.

Географическое распределение населения. Сельское и городское население. Урбанизация. Среда обитания человека и окружающая среда. Формирование техногенной среды.

Регулирование народонаселения. Стабилизация численности населения или депопуляция: оценка предельной численности населения Земли. Религиозные, нравственные и социальные проблемы ограничения рождаемости и планирования семьи. Региональные особенности. Мышление, язык, роль обучения. Негенетический канал видовой памяти. Положительные и отрицательные последствия наличия негенетической памяти. Гендерные проблемы.

#### *Раздел 4. Развитие и ресурсы*

Определение ресурса. Классификация ресурсов. Невозобновимые, возобновимые, неисчерпаемые ресурсы. Материальные, энергетические и информационные ресурсы. Генетические ресурсы биосферы. Состояние и мировые запасы основных видов природных ресурсов. Географическое распределение запасов природных ресурсов.

Развитие цивилизации и расходование природных ресурсов. Принципы устойчивого развития в отношении природных ресурсов. Роль возобновимых и неисчерпаемых ресурсов в устойчивом обществе.

#### *Раздел 5. Антропогенное воздействие на биосферу*

Антропогенные возмущения биогеохимических циклов и деградация систем поддержания жизни. Глобальные, региональные и локальные проблемы окружающей среды.

Загрязнение атмосферы (кислотные дожди, фотохимический смог и т.д.). Загрязнение внутренних вод и Мирового океана. Загрязнение литосферы; деградация земель, опустынивание.

#### *Раздел 6. Климатические последствия изменения состава атмосферы*

Глобальный энергетический баланс; парниковый эффект как природный фактор поддержания условий существования живой материи. Парниковые газы. Источники и стоки диоксида углерода и других парниковых газов. Изменение концентрации диоксида углерода и других парниковых газов в атмосфере; механизм глобального потепления.

Последствия глобального потепления: повышение уровня мирового океана, затопление прибрежных зон; таяние ледников и вечной мерзлоты; деформация климатических и сельскохозяйственных зон и географической структуры производства продовольствия; изменения растительного покрова, опустынивание.

#### *Раздел 7. Зеленая революция*

Зеленая химия. Зеленая энергетика. Зеленая экономика. Понятие низкоуглеродной (циклической) экономики. Сценарии низкоуглеродного развития для России. Наилучшие доступные технологии.

Основные принципы зелёного производства. Государственное регулирование природопользования на основе НДТ. Экологический след человечества. Зеленый офис. Карбоновые полигоны.

*Раздел 8. Мировоззрение, этика и устойчивое развитие.*

Переход от общества потребления к устойчивому обществу. Изменение структуры потребностей общества и критериев качества жизни и уровня развития. Роль культурных и религиозных традиций в проблеме устойчивого развития.

Информация, знание, наука, технологии. Увеличение роли информационных ресурсов в общем балансе ресурсопотребления. Информационное (постиндустриальное) общество. Роль образования в устойчивом обществе.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

| 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>0,9</b>       | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции   | 0,45             | 16         | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,45             | 16         | 12        |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -                | -          | -         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,1</b>       | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,1              | 0,2        | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 75,8       | 56,85     |
| <b>Вид контроля:</b>                           | <b>зачет</b>     |            |           |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»**

Учебная дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" - обязательная дисциплина федеральных государственных образовательных стандартов всех направлений первого уровня высшего профессионального образования (бакалавриата) и специалитета.

**1. Цель дисциплины** - формирование профессиональной культуры безопасности, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

Основными задачами дисциплины являются:

- приобретение понимания проблем устойчивого развития и рисков, связанных с деятельностью человека;
- овладение приемами рационализации жизнедеятельности, ориентированными на снижения антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и общества;
- формирование:
  - культуры безопасности, экологического сознания и риск-ориентированного мышления, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности человека;
  - культуры профессиональной безопасности, способностей для идентификации опасности и оценивания рисков в сфере своей профессиональной деятельности;



- готовности применения профессиональных знаний для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности;

- способностей к оценке вклада своей предметной области в решение экологических проблем и проблем безопасности.

## **2. В результате освоения дисциплины студент должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-8.5, УК-8.6, УК-8.7, УК-8.8, УК-8.9.

*Знать:*

- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;  
- характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности

*Уметь:*

- идентифицировать основные опасности среды обитания человека;  
- оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности

*Владеть:*

- законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности;

- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях;

- понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;

- навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.

## **3. Краткое содержание дисциплины.**

1. Введение в безопасность. Основные понятия и определения. Безопасность и устойчивое развитие.

2. Человек и техносфера. Структура техносферы и ее основных компонентов.

Современное состояние техносферы и техносферной безопасности.

3. Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания.

Классификация негативных факторов среды обитания человека. Химические негативные факторы (вредные вещества). Механические и акустические колебания, вибрация и шум. Электромагнитные излучения и поля. Ионизирующее излучение. Электрический ток. Опасные механические факторы. Процессы горения и пожаровзрыво- опасные свойства веществ и материалов. Статическое электричество.

4. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения.

Основные принципы защиты. Защита от химических и биологических негативных факторов. Защита от энергетических воздействий и физических полей. Обеспечение безопасности систем, работающих под давлением. Безопасность эксплуатации трубопроводов в химической промышленности. Безопасная эксплуатация компрессоров. Анализ и оценивание техногенных и природных рисков.

5. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека. Понятие комфортных или оптимальных условий. Микроклимат помещений. Освещение и световая среда в помещении.

6. Психофизиологические и эргономические основы безопасности.

Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность. Виды и условия трудовой деятельности. Эргономические основы безопасности.

7. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации.

Общие сведения о ЧС. Пожар и взрыв. Аварии на химически опасных объектах.

Радиационные аварии. Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля. Чрезвычайные ситуации военного времени. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях.

#### 8. Управление безопасностью жизнедеятельности.

Законодательные и нормативные правовые основы управления безопасностью жизнедеятельности. Экономические основы управления безопасностью. Страхование рисков. Государственное управление безопасностью.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | В зачетных единицах | В акад. часах | В астр. часах |
|--|---------------------|---------------|---------------|
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>4</b>            | <b>144</b>    | <b>108</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b>         | <b>48</b>     | <b>36</b>     |
| Лекции   | 0,89                | 32            | 24            |
| Практические занятия                           | -                   | -             | -             |
| Лабораторные работы                            | 0,44                | 16            | 12            |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,67</b>         | <b>60</b>     | <b>45</b>     |
| Контактная самостоятельная работа              | -                   | -             | -             |
| Подготовка к лабораторным работам              | 0,56                | 20            | 15            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,11                | 40            | 30            |

|  |                |           |           |
|--|----------------|-----------|-----------|
| <b>Виды 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> |           |           |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерная и компьютерная графика»

**1 Цель дисциплины** – научить студентов способам отображения пространственных форм на плоскости, выполнению и чтению чертежей методами компьютерной графики и правилам и условностям, применяемым при этом (стандартам ЕСКД).

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.1; УК-2.6; УК-2.8; УК-2.10

*Знать:*

- способы отображения пространственных форм на плоскости;
- правила и условности при выполнении чертежей;
- виды симметрии геометрических фигур;
- виды изделий и конструкторских документов;
- основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.
- *Уметь:* выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;
- выполнять и читать схемы технологических процессов;
- использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей.

*Владеть:*

- способами и приемами изображения предметов на плоскости;
- графической системой «Компас».

**3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей.* Правила выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ. Геометрические построения.

*Раздел 2. Проецирование геометрических фигур.* Метод проекций. Прямые и кривые линии. Плоскость. Поверхности. Геометрические тела. Симметрия геометрических фигур. Определение натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры. Пересечение геометрических образов.

*Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009. Изделия и конструкторские документы.* Изображения. Аксонометрические чертежи изделий. Виды изделий и конструкторских документов. Схемы. Резьбы: образование, классификация, изображение и обозначение на чертеже.

*Раздел 4. Изображения деталей и их соединений.* Эскизы и технические рисунки деталей. Резьбовые изделия и соединения. Другие виды разъемных и неразъемных соединений деталей.

*Раздел 5. Чертежи сборочных единиц.* Правила выполнения и оформления сборочного чертежа. Детализирование чертежей сборочных единиц.

*Раздел 6. Компьютерная графика.* Создание и редактирование чертежей методами компьютерной графики. Создание трехмерных моделей. Создание ассоциативных чертежей на основе трехмерной модели.

**4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы  | Всего       |            | Семестр                |            |   |            |
|---|-------------|------------|------------------------|------------|---|------------|
|   |             |            | 1                      |            | 2                                       |            |
|   | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ                     | Акад. ч.   | ЗЕ                                      | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                      | <b>7</b>    | <b>252</b> | <b>4</b>               | <b>144</b> | <b>3</b>                                | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>            | <b>2,22</b> | <b>80</b>  | <b>1,33</b>            | <b>48</b>  | <b>0,89</b>                             | <b>32</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>        | <b>1,44</b> | <b>52</b>  | <b>0,72</b>            | <b>26</b>  | <b>0,72</b>                             | <b>26</b>  |
| Лекции  | 0,44        | 16         | 0,44                   | 16         |   |            |
| Практические занятия (ПЗ)                                 | 1,78        | 64         | 0,89                   | 32         | 0,89                                    | 32         |
| в том числе в форме практической подготовки               | 1,44        | 52         | 0,72                   | 26         | 0,72                                    | 26         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                             | <b>4,78</b> | <b>172</b> | <b>2,67</b>            | <b>96</b>  | <b>2,11</b>                             | <b>76</b>  |
| Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)       |             | 0,8        |                        | 0,4        |   | 0,4        |
| Курсовая работа   |             | 35,8       |                        |            |   | 35,8       |
| Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы) | 4,78        | 0,2        | 2,67                   |            | 2,11                                    | 0,2        |
| Подготовка к контрольным работам                          |             | 36         |                        | 18         |   | 18         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины              |             | 99,2       |                        | 77,6       |   | 21,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                            |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |            | <b>Зачет с оценкой, курсовая работа</b> |            |

| Вид учебной работы  | Всего       |            | Семестр                |             |   |             |
|---|-------------|------------|------------------------|-------------|---|-------------|
|   |             |            | 1                      |             | 2                                       |             |
|   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ                     | Астр. ч.    | ЗЕ                                      | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                      | <b>7</b>    | <b>189</b> | <b>4</b>               | <b>108</b>  | <b>3</b>                                | <b>81</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>            | <b>2,22</b> | <b>60</b>  | <b>1,33</b>            | <b>36</b>   | <b>0,89</b>                             | <b>24</b>   |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>        | <b>1,44</b> | <b>39</b>  | <b>0,72</b>            | <b>19,5</b> | <b>0,72</b>                             | <b>19,5</b> |
| Лекции  | 0,44        | 12         | 0,44                   | 12          |   |             |
| Практические занятия (ПЗ)                                 | 1,78        | 48         | 0,89                   | 24          | 0,89                                    | 24          |
| в том числе в форме практической подготовки               | 1,44        | 39         | 0,72                   | 19,5        | 0,72                                    | 19,5        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                             | <b>4,78</b> | <b>129</b> | <b>2,67</b>            | <b>72</b>   | <b>2,11</b>                             | <b>57</b>   |
| Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)       |             | 0,6        |                        | 0,3         |   | 0,3         |
| Курсовая работа   |             | 26,85      |                        |             |   | 26,85       |
| Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы) | 4,78        | 0,15       | 2,67                   |             | 2,11                                    | 0,15        |
| Подготовка к контрольным работам                          |             | 27         |                        | 13,5        |   | 13,5        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины              |             | 74,4       |                        | 58,2        |   | 16,2        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                            |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |             | <b>Зачет с оценкой, курсовая работа</b> |             |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Прикладная механика»

**1. Цель дисциплины** – научить студентов творческому подходу к выполнению инженерных расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций, деталей и узлов машин и аппаратов.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.1; УК-2.2; УК-2.4; УК-2.7; УК-2.8; УК-2.9; УК-2.10; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3.

*Знать:*

- основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин;
- основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов;
- основы теории расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии;
- конструкции, типы и критерии работоспособности деталей машин, сборочных единиц (узлов) и агрегатов.

*Уметь:*

- проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов;
- рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным;
- производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин;
- выполнять и читать технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежи общего вида.

*Владеть:*

- навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами;
- навыками выбора материалов по критериям прочности;
- расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Определение реакций опор. Растяжение-сжатие.* Абсолютно твердое тело. Элементы статики. Уравнения равновесия. Связи и их реакции. Основные допущения и принципы сопротивления материалов. Метод сечений. Напряжения, деформации и перемещения. Закон Гука. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких материалов и их характеристики.

*Раздел 2. Кручение. Изгиб.* Закон Гука при сдвиге. Внутренние силовые факторы при кручении. Условие прочности при кручении. Геометрические характеристики плоских сечений. Понятие чистого и поперечного изгибов. Определение нормальных напряжений. Условие прочности при изгибе. Определение касательных напряжений. Рациональные формы сечений.

*Раздел 3. Сложное напряженное состояние.* Основы теории напряженного состояния и гипотезы прочности. Понятие напряженного состояния. Обобщенный закон Гука. Понятие эквивалентных напряжений и критериев прочности. Гипотезы прочности. Тонкостенные сосуды химических производств. Вывод уравнения Лапласа. Условие прочности. Расчет сжатых стержней на устойчивость. Понятие критической силы и коэффициента запаса прочности. Расчет критической силы по Эйлеру. Пределы применимости формулы Эйлера.

*Раздел 4. Детали машин.* Классификация деталей машин и аппаратов химических производств. Резьбовые соединения. Расчет болтовых соединений при поперечных и продольных нагрузках. Шпоночные соединения. Расчет шпонок на срез и смятие. Виды сварки. Виды сварных швов. Расчет на прочность стыковых и нахлесточных швов. Валы и оси, их классификация и назначение. Подшипники скольжения. Материалы вкладышей. Подшипники качения. Принципиальное устройство и основные геометрические размеры. Достоинства, недостатки и области применения подшипников качения и скольжения. Приводные муфты. Назначение. Классификация муфт. Зубчатые передачи. Окружное и радиальное усилия. Редукторы. Определение и классификация.

*Раздел 5. Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством.* Оформление пояснительной записки. Проектные и проверочные расчеты типовых элементов в соответствии с действующими методиками. Чертеж общего вида аппарата с видами, разрезами,

сечениями и выносными элементами, дающими полное представление об его устройстве и принципе работы. чертежи сборочных единиц и деталей. Чертежи сборочных единиц и деталей.

#### 4 Объем учебной дисциплины.

| Вид учебной работы  | Всего       |            | 3 Семестр 4 |            |             |                        |
|---|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------------------|
|   |             |            | 3           |            | 4           |                        |
|   | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.               |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                        | <b>6</b>    | <b>216</b> | <b>4</b>    | <b>144</b> | <b>2</b>    | <b>72</b>              |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>              | <b>2,22</b> | <b>80</b>  | <b>1,78</b> | <b>64</b>  | <b>0,44</b> | <b>16</b>              |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>          | <b>1,44</b> | <b>52</b>  | <b>1,16</b> | <b>42</b>  | <b>0,28</b> | <b>10</b>              |
| Лекции  | 0,89        | 32         | 0,89        | 32         |             |                        |
| Практические занятия (ПЗ)                                   | 1,33        | 48         | 0,89        | 32         | 0,44        | 16                     |
| в том числе в форме практической подготовки                 | 1,44        | 52         | 0,72        | 26         | 0,22        | 8                      |
| <b>Самостоятельная работа</b>                               | <b>3,78</b> | <b>136</b> | <b>2,22</b> | <b>80</b>  | <b>1,56</b> | <b>56</b>              |
| Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)         | 3,78        | 0,4        | 2,22        | 0,4        | 1,56        |                        |
| Курсовой проект   |             | 55,6       |             |            |             | 55,6                   |
| Контактная самостоятельная работа (прием курсового проекта) |             | 0,4        |             |            |             | 0,4                    |
| Расчетно-графические работы                                 |             | 18         |             | 18         |             |                        |
| Подготовка к контрольным работам                            |             | 18         |             | 18         |             |                        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                |             | 43,6       |             | 43,6       |             |                        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                              |             |            |             |            |             | <b>Зачет с оценкой</b> |

| Вид учебной работы  | Всего       |            | 3 Семестр 4 |             |             |                        |
|---|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
|   |             |            | 3           |             | 4           |                        |
|   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ          | Астр. ч.    | ЗЕ          | Астр. ч.               |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                        | <b>6</b>    | <b>162</b> | <b>4</b>    | <b>108</b>  | <b>2</b>    | <b>54</b>              |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>              | <b>2,22</b> | <b>60</b>  | <b>1,78</b> | <b>48</b>   | <b>0,44</b> | <b>12</b>              |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>          | <b>1,44</b> | <b>39</b>  | <b>1,16</b> | <b>31,5</b> | <b>0,28</b> | <b>7,5</b>             |
| Лекции  | 0,89        | 24         | 0,89        | 24          |             |                        |
| Практические занятия (ПЗ)                                   | 1,33        | 48         | 0,89        | 24          | 0,44        | 12                     |
| в том числе в форме практической подготовки                 | 1,44        | 39         | 0,72        | 19,5        | 0,22        | 6                      |
| <b>Самостоятельная работа</b>                               | <b>3,78</b> | <b>102</b> | <b>2,22</b> | <b>60</b>   | <b>1,56</b> | <b>42</b>              |
| Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)         | 3,78        | 0,3        | 2,22        | 0,3         | 1,56        |                        |
| Курсовой проект   |             | 41,7       |             |             |             | 41,7                   |
| Контактная самостоятельная работа (прием курсового проекта) |             | 0,3        |             |             |             | 0,3                    |
| Расчетно-графические работы                                 |             | 13,5       |             | 13,5        |             |                        |
| Подготовка к контрольным работам                            |             | 13,5       |             | 13,5        |             |                        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                |             | 32,7       |             | 32,7        |             |                        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                              |             |            |             |             |             | <b>Зачет с оценкой</b> |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»

**1. Цель дисциплины** - вместе с дисциплинами общей химической технологии, химическими процессами и реакторами и другими, связать общенаучную и инженерную подготовку химиков-технологов, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской и практической работы на предприятиях.

### **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

Обладать следующими универсальными компетенциями и индикаторами их достижения:  
УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-4, УК-2.3; УК-2.10, УК-3.3, УК-8.4.

Обладать следующими общепрофессиональными компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-2.6, ОПК-2.7, ОПК-2.8, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.7, ОПК-4.12.

Обладать следующими профессиональными компетенциями и индикаторами их достижения:  
ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.3, ПК-3.2, ПК-4.3.

#### *Знать:*

– основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;

– методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.

#### *Уметь:*

– определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;

– рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.

#### *Владеть:*

– методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

– навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;

– методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.

### **3. Краткое содержание дисциплины.**

#### *Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии*

##### 1.1. Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.

Предмет дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». Классификация процессов. Непрерывные и периодические, стационарные и нестационарные процессы.

Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии.

Жидкости и газы. Классификация жидкостей. Идеальная жидкость. Капельные и упругие жидкости. Силы, действующие в жидкости: массовые и поверхностные. Напряжения в жидкостях и газах (тангенциальные и нормальные). Свойства жидкостей.

Модель непрерывной среды. Понятие физического элементарного объема.

##### 1.2. Основы теории переноса.

Основы теории явлений переноса: анализ механизмов, моделирования и разработки обобщенных методов расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов и аппаратов. Феноменологические законы переноса импульса, массы и энергии. Молекулярный и конвективный перенос. Общие закономерности гидродинамики, теплопередачи и массопередачи. Взаимосвязь этих процессов в промышленной аппаратуре. Роль явлений переноса при химических превращениях.

Материальные и энергетические (тепловые) балансы; определение массовых потоков и энергетических затрат. Условия равновесия и определение направления процессов переноса. Общий вид уравнений скорости процессов; движущие силы и кинетические коэффициенты. Лимитирующие стадии.

### 1.3. Гидростатика.

Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Покоящаяся жидкость под действием силы тяжести. Основное уравнение гидростатики. Практические приложения основного уравнения гидростатики.

### 1.4. Гидродинамика.

Баланс сил при движении вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Уравнение Навье-Стокса и его физический смысл.

Подобное преобразование уравнения Навье-Стокса. Безразмерные переменные - критерии гидродинамического подобия (Эйлера, Рейнольдса, Фруда, гомохронности), их физический смысл; параметрические критерии. Критериальное уравнение движения вязкой жидкости.

Уравнение движения Эйлера. Энергетический баланс стационарного движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его практические приложения (истечение жидкостей, трубка Пито-Прандтля). Принципы измерения скоростей и расходов жидкости дроссельными приборами и пневмометрическими трубками. Определение расходов при истечении жидкостей через отверстия или насадки.

Гидродинамические режимы движения жидкостей: ламинарный и турбулентный.

Число Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Понятие турбулентности. Представления о гидродинамическом пограничном слое при течении по трубам и каналам и при обтекании тел.

Расчет диаметра трубопроводов и аппаратов; выбор скоростей потоков и оптимального диаметра трубопроводов.

Распределение скоростей по радиусу трубы постоянного сечения при ламинарном стационарном течении.

Течение в трубах и каналах. Определяющий поперечный размер потока в каналах произвольной формы: гидравлический радиус, эквивалентный диаметр.

Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей и газов. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) и на местные сопротивления. Соотношения и номограммы для расчета коэффициента трения. Зависимости между расходом и перепадом давления. Расчет напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

### 1.5. Перемещение жидкостей.

Перемещение жидкостей с помощью машин, повышающих давление. Объемные (поршневые, ротационные и др.) и динамические (центробежные, осевые и др.) насосы. Основные параметры работы гидравлических машин: производительность, напор, мощность, КПД.

Расчет напора и потребляемой мощности; подбор двигателя к насосу. Определение допустимой высоты всасывания. Явление кавитации и его предотвращение.

Особенности работы, сопоставление и области применения основных типов насосов - центробежных, поршневых (плунжерных) и др. Связь напора, мощности и КПД с производительностью (характеристики насосов). Работа насосов на сеть и их выбор; регулирование производительности.

## *Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии*

### 2.1. Основные понятия и определения в теплопередаче.

Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей.

Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Температурное поле, градиент температуры и тепловой поток; теплопередача и теплоотдача. Температуропроводность – теплоинерционные свойства среды.

### 2.2. Перенос энергии в форме теплоты.

Тепловой баланс как частный случай энергетического баланса. Определение тепловой нагрузки аппарата при изменении и без изменения агрегатного состояния. Расход теплоносителей.

Дифференциальное уравнение переноса энергии в форме теплоты, уравнение Фурье-Кирхгофа и теплопроводности.

Стационарный перенос теплоты через плоские и цилиндрические стенки. Сочетание механизмов переноса теплоты (теплопроводности, конвекции, излучения).



Конвективный перенос теплоты. Безразмерные переменные – числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Грасгофа, Фурье. Расчет коэффициентов теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции.

Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Конденсация паров. Формула Нуссельта. Теплообмен при кипении.

Радиантный теплоперенос. Взаимное излучение тел. Радиантно-конвективный перенос теплоты. Расчет потерь теплоты аппаратами в окружающую среду и тепловой изоляции. Основное уравнение теплопередачи.

### 2.3. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

Теплопередача в поверхностных теплообменниках. Аддитивность термических сопротивлений. Средняя движущая сила теплопередачи. Определение средней движущей силы в аппаратах различных конструкций. Взаимное направление движения теплоносителей. Расчет поверхности теплообменников.

Способы подвода и отвода теплоты в химической технологии. Требования, предъявляемые к теплоносителям. Обогрев водяным паром, высокотемпературными органическими теплоносителями, топочными газами. Способы электрообогрева. Отвод теплоты водой, воздухом и низкотемпературными теплоносителями.

Теплообменные аппараты; их классификация. Основные типы поверхностных теплообменников (трубчатые, пластинчатые, аппараты с перемешивающими устройствами и т.д.) Смесительные теплообменники: градирни, конденсаторы смешения. Выбор оптимальных конструкций и условий эксплуатации теплообменных аппаратов. Основные тенденции совершенствования теплообменных аппаратов.

*Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы)*

### 3.1. Основные понятия и определения в массопередаче.

Классификация процессов массообмена. Основные понятия и определения. Процессы со свободной и фиксированной границей раздела фаз и с разделяющей фазы перегородкой (мембраной). Носители и распределяемые вещества. Способы выражения состава фаз.

Физико-химические основы массообменных процессов. Равновесные условия и определение направления переноса вещества из фазы в фазу. Коэффициенты распределения. Понятие о массопередаче и массоотдаче.

Концентрационное поле, градиент концентрации, общий и удельный поток массы. Молекулярная диффузия в жидкостях, газах (парах) и твердых телах.

### 3.2. Механизмы переноса массы.

Уравнение неразрывности для двухкомпонентной системы.

Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы в бинарных средах.

Диффузионный пограничный слой; профили концентраций и скоростей в потоках.

Коэффициенты массоотдачи. Основные модельные представления о механизме массоотдачи.

Моделирование конвективного массообмена. Числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Фурье и др., их физический смысл, аналогии с тепловым подобием применительно к газам и жидкостям. Расчет коэффициентов массоотдачи в аппаратах различных типов по уравнениям с безразмерными переменными.

Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи, аддитивность диффузионных сопротивлений. Интенсификация массопередачи путем воздействия на лимитирующую стадию.

Влияние условий (температуры, давления, концентраций) на направление массопереноса на примерах абсорбции; принципы выбора абсорбентов.

### 3.3. Фазовое равновесие.

Материальный баланс непрерывного установившегося процесса при различных способах выражения составов фаз и их расходов; уравнения рабочих линий.

Предельные концентрации распределяемого компонента в отдающей и извлекающей фазах для противоточных процессов. Максимально возможная степень извлечения, минимальный и оптимальный расходы извлекающей фазы.

### 3.4. Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.

Расчет поперечного сечения (диаметра) колонны; предельно допустимая и экономически оптимальная скорости сплошной фазы.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах. Расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом. Основы расчета высоты массообменных аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Два основных метода расчета: на основе коэффициентов массопередачи и на основе понятия теоретической ступени разделения. Понятие числа единиц переноса и высоты единицы переноса. Фактор массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи. Влияние продольного перемешивания на среднюю движущую силу массопередачи. Процедура расчета, основанная на объемных коэффициентах массопередачи. Графический и аналитический методы расчета.

Расчет высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени по Мэрффри. Связь числа единиц переноса и локального КПД ступени по Мэрффри. Численный расчет «от ступени к ступени» и его графическая интерпретация с использованием «кинетической линии». Учет структуры потоков и КПД тарелки. Особенности расчета тарельчатых колонн на основе понятия теоретической тарелки. Число действительных и теоретических тарелок. Эффективность тарелки.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах.

### 3.5. Абсорбция.

Общие принципы устройства и классификация аппаратов для массообменных процессов в системах "газ(пар)-жидкость". Особенности конструкций абсорберов.

Основные типы и области применения абсорберов: насадочные и тарельчатые колонны, аппараты со сплошным и секционированным барботажным слоем, аппараты с диспергированием жидкости.

Схемы абсорбционно-десорбционных установок с выделением извлеченного компонента и регенерацией абсорбента (десорбцией при повышенной температуре, понижением давления, отдувкой инертным носителем).

### 3.6. Дистилляция. Ректификация.

Разделение дистилляцией жидких гомогенных смесей и сжиженных газов; области применения и особенности проведения процессов при различном давлении.

Парожидкостное равновесие для систем с полной и ограниченной взаимной растворимостью и его влияние на возможность разделения компонентов дистилляционными методами. Расчет равновесия для идеальных бинарных смесей.

Простая и фракционная перегонка; перегонка с дефлегмацией. Материальный баланс, расчет выхода продукта и его среднего состава при перегонке бинарных смесей. Схемы установок. Тепловые балансы и расчет расходов теплоносителей для этих процессов.

Ректификация. Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных смесей. Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы при ректификации (по сравнению с абсорбцией). Особенности устройства и варианты работы испарителей и дефлегматоров.

Моделирование и расчет процессов и аппаратов при непрерывной ректификации бинарных систем. Основы численного и графоаналитического методов. Материальный баланс. Рабочие линии. Определение минимального и рабочего флегмового числа. Тепловой баланс и расчет расходов теплоносителей. Принципы технико-экономической оптимизации при расчете рабочего флегмового числа, размеров аппаратуры и энергетических затрат. Основы расчета тарельчатых и насадочных ректификационных колонн.

*Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы)*

### 4.1. Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.

Классификация жидких и газовых гетерогенных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, туманы. Материальный баланс процессов разделения гетерогенных систем.

Оценка эффективности и выбор оптимальных процессов и аппаратов для разделения гетерогенных смесей.

### 4.2. Основы теории осаждения.

Разделение жидких и газовых систем в поле сил тяжести. Расчет скоростей свободного и стесненного осаждения твердых частиц шарообразной и отличных от нее форм в поле силы тяжести.

Процессы отстаивания и устройство аппаратов разделения суспензий, эмульсий и пылей. Расчет поверхности осаждения и производительности отстойников. Устройство и действие циклонов (простых и батарейных), гидроциклонов.

#### 4.3. Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдооживленные слои.

Значение гидродинамики зернистых слоев в процессах фильтрования, тепло- и массообмена, гетерогенного катализа и др. Основные характеристики этих слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов.

Режимы течения потоков в насадочных колоннах. Гидравлическое сопротивление, явления подвисания, захлебывания и инверсии фаз и расчет соответствующих скоростей.

Гидродинамика псевдооживленных (кипящих) слоев. Область применения псевдооживления. Основные характеристики псевдооживленного состояния. Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдооживления и свободного витания, высоты псевдооживленного слоя. Однородное и неоднородное псевдооживление. Особенности псевдооживления полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

#### 4.4. Фильтрование суспензий и очистка газов от пылей.

Специфика поведения осадков как зернистых слоев: сжимаемые и несжимаемые осадки. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрования. Фильтрование при постоянной скорости фильтрования. Экспериментальное определение констант уравнения фильтрования. Классификация и устройство основных типов непрерывно и периодически работающих фильтров и фильтрующих центрифуг.

### 4. Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                            | Всего       |            | Семестр        |            |                |            |
|---|-------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
|   |             |            | 5              |            | 6              |            |
|   | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад ч.    | ЗЕ             | Акад ч.    |
| Общая трудоемкость дисциплины                 | <b>12</b>   | <b>432</b> | <b>6</b>       | <b>216</b> | <b>6</b>       | <b>216</b> |
| <b>Контактная работа - аудиторные занятия</b> | <b>4,44</b> | <b>160</b> | <b>1,8</b>     | <b>64</b>  | <b>2,7</b>     | <b>96</b>  |
| Лекции  | 1,8         | 64         | 0,9            | 32         | 0,9            | 32         |
| Лабораторные работы (ЛР)                      | 0,9         | 32         | -              | -          | 0,9            | 32         |
| Практические занятия (ПЗ)                     | 1,8         | 64         | 0,9            | 32         | 0,9            | 32         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                 | <b>5,56</b> | <b>56</b>  | <b>1,2</b>     | <b>44</b>  | <b>0,3</b>     | <b>12</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 1,5         | 56         | 1,2            | 44         | 0,3            | 12         |
| <b>Виды контроля:</b>                         |             |            |                |            |                |            |
| <b>Экзамен</b>                                | <b>2,0</b>  | <b>72</b>  | <b>1,0</b>     | <b>36</b>  | <b>1,0</b>     | <b>36</b>  |
| Контактная работа - промежуточная аттестация  | 2,0         | 0,8        | 0,01           | 0,4        | 0,01           | 0,4        |
| Подготовка к экзамену                         |             | 71,2       | 0,99           | 35,6       | 0,99           | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                |             |            | <b>Экзамен</b> |            | <b>Экзамен</b> |            |

| Вид учебной работы                            | Всего       |            | Семестр        |           |                |           |
|---|-------------|------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
|   |             |            | 5              |           | 6              |           |
|   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ             | Астр. ч.  | ЗЕ             | Астр. ч.  |
| Общая трудоемкость дисциплины                 | 12          |            | 6              |           | 6              |           |
| <b>Контактная работа - аудиторные занятия</b> | <b>4,44</b> | <b>120</b> | <b>1,8</b>     | <b>48</b> | <b>2,7</b>     | <b>72</b> |
| Лекции  | 1,8         | 48         | 0,9            | 24        | 0,9            | 24        |
| Лабораторные работы (ЛР)                      | 0,9         | 24         | -              | -         | 0,9            | 24        |
| Практические занятия (ПЗ)                     | 1,8         | 48         | 0,9            | 24        | 0,9            | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                 | <b>5,56</b> | <b>42</b>  | <b>1,2</b>     | <b>33</b> | <b>0,3</b>     | <b>9</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 1,5         |            | 1,2            | 33        | 0,3            | 9         |
| <b>Виды контроля:</b>                         |             |            |                |           |                |           |
| <b>Экзамен</b>                                | <b>2,0</b>  | <b>54</b>  | <b>1,0</b>     | <b>27</b> | <b>1,0</b>     | <b>27</b> |
| Контактная работа - промежуточная аттестация  | 2,0         | 0,6        | 0,01           | 0,3       | 0,01           | 0,3       |
| Подготовка к экзамену                         |             | 53,4       | 0,99           | 26,7      | 0,99           | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                |             |            | <b>Экзамен</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая химическая технология»

**1. Цель дисциплины** – формирование знаний в области реализации химико-технологических процессов с учетом физико-химических особенностей протекающих реакций, выбора оптимальных условий реализуемых процессов, выбора эффективных реакторов, приобретения навыков в составлении материальных и тепловых балансов, в расчете процессов и реакторов на основе математического моделирования, получения знаний в области разработки энергосберегающих химико-технологических систем (ХТС), безотходных и малоотходных технологий на примере современных производств.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:  
ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.8, ОПК-4.9, ОПК-4.14.

*Знать:*

- основы теории химических процессов и реакторов;
- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;
- основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии;
- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- основные химические производства.

*Уметь:*

- рассчитать основные характеристики химического процесса;
- выбрать рациональную схему производства заданного продукта;
- оценить технологическую эффективность производства;
- выбрать эффективный тип реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

*Владеть:*

- методами анализа эффективности работы химических производств;

– методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;

– методами выбора химических реакторов.

### **3. Краткое содержание дисциплины:**

#### *Раздел 1. Химическая технология и химическое производство*

##### 1.1. Основные определения и положения.

Химическая технология. Объект химической технологии. Межотраслевой характер химической технологии. Развитие химических производств и химической технологии. Место химической технологии в промышленной сфере и методов химической технологии в нехимических отраслях промышленности. Системный анализ сложных схем и взаимодействий элементов схемы – понятие и содержание метода. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента. Содержание и задачи учебного курса.

##### 1.2. Химическое производство.

Понятие о химическом производстве. Многофункциональность химического производства. Общая структура химического производства. Основные подсистемы химического производства. Основные технологические компоненты химического производства.

Качественные и количественные показатели химического производства: технологические, экономические, эксплуатационные, социальные.

##### 1.3. Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве

Классификация сырьевых ресурсов по различным признакам – фазовому состоянию, происхождению, источникам. Минеральное сырье (руды и полезные ископаемые), органическое природное сырье (горючие ископаемые), растительное и животное сырье, вторичное сырье – их использование и пути переработки. Основные способы первичной обработки сырья (обогащение, очистка, подготовка к транспортировке и переработке). Понятие, сущность и примеры углубления использования сырья, комбинирования производств и комплексной переработки сырья.

Значение и использование воды в химических производствах. Источники воды. Требования к технологической и бытовой воде. Промышленная подготовка воды и методы ее очистки от примесей. Основные методы контроля качества воды. Экономия водопотребления в производстве. Водооборотные системы.

Виды и источники энергии в химической промышленности. Масштабы потребления и способы уменьшения энергетических затрат. Сущность и примеры регенерации и рекуперации энергии. Энерготехнологические системы. Вторичные энергетические ресурсы.

#### *Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов*

##### 2.1. Основные определения и положения.

Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов.

##### 2.2. Химические процессы.

Определение. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений) и фазовым (число и агрегатное состояние фаз).

Гомогенный химический процесс. Определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации.

Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических реакций.

Гетерогенный (некаталитический) химический процесс. Определение и примеры. Структура процесса и его составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера") и топохимической (модель "с невзаимодействующим ядром"). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса.

Каталитический процесс. Определение, классификация, примеры. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.

### 2.3. Химические реакторы.

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционная зона, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них.

Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания: химическая реакция, химический процесс в элементарном объеме, процессы в реакционном элементе и в реакторе в целом, их взаимосвязь и иерархическая структура математической модели процесса в реакторе. Примеры процессов в различных видах химических реакторов.

Классификация процессов в реакторах по различным признакам - вид химического процесса, организация потоков реагентов (схема движения реагентов через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена), стационарность процесса.

Обоснование и построение математической модели процесса в реакторах различного типа как системы уравнений материального и теплового балансов на основе данных о структуре потока, химических превращениях, явлениях переноса тепла и вещества и их взаимодействии. Систематизация и классификация математических моделей процессов в реакторах.

Изотермические процессы в химическом реакторе. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности процесса (проточный и периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая) и ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность процесса). Основы расчета процесса в реакторе. Сопоставление эффективности процессов в реакторах, описываемых моделями идеального смешения и вытеснения.

Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры, концентраций и степени превращения в реакторе в режимах идеального смешения и вытеснения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в реакторах идеального смешения.

### 2.4. Промышленные химические реакторы.

На конкретных примерах предметно рассматриваются промышленные реакторы для проведения гомогенных, гетерогенных и каталитических процессов – типы реакторов, конструктивные характеристики и особенности режима, области использования.

## *Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система*

### 3.1. Структура и описание химико-технологической системы

Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Понятие системы и ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, классификация по виду процессов и назначению. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) технологические связи. Их схемы и назначение.

Описание ХТС. Виды моделей ХТС - описательные и графические. Описательные модели - химическая схема и математическая модель. Графические модели - функциональная, технологическая, структурная и другие (специальные) схемы. Назначение, применение и взаимосвязь моделей.

### 3.2. Анализ ХТС.

Понятие, задачи и результаты анализа ХТС - состояние ХТС, материальный и тепловой балансы, показатели химического производства.

Свойства ХТС как системы: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов и др.

Материальный и тепловой балансы. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности расчета балансов в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.).

Материальный баланс для массообменных и реакционных элементов. Использование стехиометрических, термодинамических и межфазных балансовых соотношений. Степень использования сырьевых ресурсов.

Энтальпийный, энергетический (по полной энергии) и эксергетический балансы и КПД. Их сопоставление и использование в анализе ХТС.

### 3.3. Синтез ХТС.

Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.

Основные концепции при синтезе ХТС: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры. Их содержание и способы реализации. Комбинированные производства, совмещенные процессы, вторичные энергетические ресурсы, энерготехнологические системы, перестраиваемые ХТС, замкнутые, малоотходные производства - их понятия, особенности и применение.

Однородные технологические схемы: система рекуперативного теплообмена, система разделения многокомпонентной смеси, система реакторов. Основы построения их оптимальной структуры

#### *Раздел 4. Промышленные химические производства.*

Химические производства рассматриваются предметно как реализация изученных теоретических основ химико-технологических процессов и ХТС, концепций построения высокоэффективной ХТС. Основной акцент делается на физико-химические основы концепции построения технологической схемы производства и его подсистем. Производство серной кислоты. Производство аммиака. Производство азотной кислоты. Производство стирола.

#### *Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии*

Текущее состояние химической промышленности в мире и тенденции ее развития. Перспективные источники сырья и энергии. Кластеризация химической промышленности. Совмещенные процессы. Гибкие и перестраиваемые технологические схемы. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов. Нанотехнология.

### **4. Объем учебной дисциплины:**

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |            |            |
|--|------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>7</b>         | <b>252</b> | <b>189</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>2,67</b>      | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Лекции   | 0,89             | 32         | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89             | 32         | 24         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,89             | 32         | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>3,33</b>      | <b>120</b> | <b>90</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 3,33             | 120        | 90         |
| <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>   |            |            |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»

**1. Цель дисциплины** – дать базовые знания по теории систем управления химико-технологическими процессами (СУ ХТП), привить навыки и умения анализа свойств ХТП, как объектов управления и практического применения технических средств управления.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-4.6, ОПК-4.10, ОПК-4.13, ОПК-4.15.

*Знать:*

- основные понятия теории управления;
- статические и динамические характеристики объектов управления;
- основные виды систем автоматического управления (САУ) и законы регулирования;
- типовые САУ в химической промышленности;
- методы и средства измерения основных технологических параметров;
- устойчивость САУ;
- основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.

*Уметь:*

- определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;
- выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;
- оценивать устойчивость САУ;
- выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.

*Владеть:*

- методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

*Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами*

Значение автоматического управления для развития химической промышленности. Особенности управления химическим предприятием и химико-технологическим процессом. Технико-экономический эффект внедрения автоматизированных систем управления. Роль систем управления в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды. Основные термины и определения. Иерархия управления. Основные принципы управления. Классификация систем управления. Функциональная структура САУ. Показатели качества управления.

*Раздел 2. Основы теории автоматического управления*

Математические модели САУ. Динамические характеристики САУ. Использование операционного исчисления для анализа САУ. Типовые динамические звенья. Временные и частотные характеристики. Эквивалентные преобразования структурных схем. Устойчивость линейных САУ с обратной связью. Классификация и основные свойства объектов управления. Методы определения свойств объектов управления. Основные законы регулирования. Регуляторы на основе искусственных нейронных сетей. Цифровые и робастные системы управления. Выбор закона регулирования и определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.

*Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса*

Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Основные термины и определения метрологии. Методы измерений. Средства измерительной техники, их статические и динамические свойства. Погрешности измерений. Способы передачи информации на расстояние. Организация дистанционной диагностики ХТП. Измерение основных технологических параметров: давления, температуры, расхода и количества, уровня жидкости и сыпучих материалов, состава и физико-химических свойств веществ.

*Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами*

Особенности управления ХТП. Регулирование основных технологических параметров: расхода, давления, температуры, уровня, pH. Технические средства САУ. Основные разновидности



управляющих устройств. Типы, характеристики и расчёт исполнительных механизмов и регулирующих органов. Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий. Стандарты и условные обозначения для технологических схем. Основные сведения об АСУ ТП в химической промышленности. Примеры АСУ ТП в химической промышленности. Основные выводы по курсу. Современные тенденции в развитии СУ ХТП.

#### 4. Объём учебной дисциплины:

| Вид учебной работы                             | Объём дисциплины |            |            |
|--|------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>           | <b>5</b>         | <b>180</b> | <b>135</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b>      | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции   | 0,433            | 16         | 12         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,433            | 16         | 12         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,433            | 16         | 12         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,67</b>      | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,67             | 96         | 72         |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                  |            |            |
| <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>   |            |            |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»

**1 Цель дисциплины** – приобретение базовых знаний по основным разделам курса, а также умений и практических навыков в области моделирования химико-технологических процессов, используемых при решении научных и практических задач.

#### **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-4.5; ОПК-4.7; ОПК-4.8; ОПК-4.9; ОПК-5.3; ОПК-5.5; ОПК-5.6; ОПК-4.10; ОПК-4.11; ОПК-4.12; ОПК-4.14; ОПК-4.16

*Знать:*

- методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;
- методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;
- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;

*Уметь:*

- применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии
- использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ.

*Владеть:*

- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов
- методами вычислительной математики для разработки и реализации на компьютерах алгоритмов моделирования, идентификации и оптимизации химико-технологических процессов;

#### **3. Краткое содержание дисциплины**

Тема 1. Основные понятия.

Основные принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов (ХТП). Математические эмпирические и математические физико-химические модели и компьютерное моделирование. Детерминированные и вероятностные математические модели. Применение методологии системного анализа для решения задач моделирования. Применение принципа «черного ящика» при математическом моделировании. Автоматизированные системы прикладной информатики. Иерархическая структура химических производств и их математических моделей. Применение компьютерных моделей химических процессов для анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических систем. Основные приемы математического моделирования: эмпирический, структурный (физико-химический) и комбинированный (теоретический). Построение статических и динамических моделей. Решение прямых задач. Проектный и поверочный (оценочный) расчет процессов. Решение обратных задач. Параметрическая и структурная идентификация математических моделей. Установление адекватности математических моделей. Стратегия проведения расчетных исследований и компьютерного моделирования реальных процессов.

### *Раздел 1. Построение эмпирических моделей химико-технологических процессов*

Тема 1.1. Формулировка задачи аппроксимации данных для описания экспериментальных зависимостей и получения эмпирических моделей процессов. Виды критериев аппроксимации. Критерий метода наименьших квадратов. Решение задачи аппроксимации для нелинейной и линейной по параметрам моделей. Матричная формулировка задачи аппроксимации. Аналитический и алгоритмический подходы для решения задачи аппроксимации для линейных и линеаризованных моделей методом наименьших квадратов.

Тема 1.2. Нормальный закон распределения для векторных случайных величины и определение их числовых характеристик. Математическое ожидание и дисперсия для векторных случайных величин. Дисперсионный и корреляционный анализ. Понятия дисперсии воспроизводимости и адекватности, а также - остаточной дисперсии. Определение выборочных коэффициентов корреляции и коэффициента множественной корреляции. Статистический подход к определению ошибок и погрешностей в экспериментальных точках измерений.

Тема 1.3. Регрессионный и корреляционный анализ для построения эмпирических моделей на основе данных пассивного эксперимента. Понятия функции отклика и факторов. Основные допущения регрессионного и корреляционного анализа. Критерии проверки однородности дисперсий. Выбор вида уравнений регрессии, а также определение коэффициентов регрессии и их значимости с использованием критерия Стьюдента. Процедура исключения незначимых коэффициентов регрессии. Определение адекватности регрессионных моделей с помощью критерия Фишера.

Тема 1.4. Основные положения теории планирования экспериментов (I): полный факторный эксперимент (ПФЭ) и обработка его результатов. Оптимальные свойства матрицы планирования и свойство ортогональности. Определение коэффициентов моделей, их значимости и проверка адекватности уравнения регрессии. Свойство ротатабельности полного факторного эксперимента.

Тема 1.5. Основные положения теории планирования экспериментов (II): ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) экспериментов и обработка его результатов. Обеспечение ортогональности матрицы планирования и определение величины звездного плеча. Определение коэффициентов модели, их значимости и оценка адекватности уравнения регрессии. Расчетное вычисление координат точки оптимума (экстремума).

Тема 1.6. Оптимизация экспериментальных исследований с применением метода Бокса-Вильсона. Основные подходы к оптимизации экспериментальных исследований. Экспериментально-статистический метод. Стратегия движения к оптимуму целевой функции (функции отклика) градиентным методом. Критерии достижения «почти стационарной области» и методы уточнения положения оптимальной точки в факторном пространстве.

### *Раздел 2. Построение физико-химических химико-технологических процессов*

Тема 2.1 Этапы математического моделирования. Формулировка гипотез, построение математического описания, разработка моделирующего алгоритма, проверка адекватности модели и идентификация их параметров, расчетные исследования (вычислительный эксперимент).

Тема 2.2 Составление систем уравнений математического описания процессов и разработка (выбор) алгоритмов их решения. Блочный принцип построения структурных математических моделей. Обобщенное описание движения потоков фаз в аппаратах с помощью гидродинамических

моделей, учитывающих сосредоточенные и распределенные источники вещества и энергии (теплоты). Локальные интенсивности источников вещества и теплоты в потоках, соответствующие различным физико-химическим процессам. Основные типы уравнений математического описания химико-технологических процессов – конечные, обыкновенные дифференциальные и дифференциальные уравнения в частных производных.

Тема 2.3 Математическое моделирование стационарных и динамических режимов гидравлических процессов в трубопроводных системах, глобальные и декомпозиционные методы решения систем нелинейных уравнений, а также явные и неявные методы численного решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Составление уравнений математического описания процесса. Построение информационных матриц математических моделей для выбора общего алгоритма решения – моделирующего алгоритма. Реализация алгоритмов решения нелинейных и обыкновенных дифференциальных уравнений. Описание стационарных режимов ХТП с применением систем линейных и нелинейных уравнений. Итерационные алгоритмы решения. Применение методов простых итераций и Ньютона-Рафсона для получения решения. Проблема сходимости процесса решения. Декомпозиционный метод решения сложных систем конечных уравнений. Построение информационной матрицы для выбора оптимального алгоритма решения задачи. Понятие жесткости систем дифференциальных уравнений и критерии жесткости. Явные (быстрые) и неявные (медленные) методы решения. Методы первого (метод Эйлера), второго (модифицированные методы Эйлера) и четвертого порядка (метод Рунге-Кутты). Оценка точности методов – ошибок усечения. Переходные ошибки и ошибки округления при численном интегрировании дифференциальных уравнений. Способы обеспечения сходимости решения задачи. Применение неявных методов для решения жестких систем дифференциальных уравнений. Определения шага интегрирования итерационным методом. Методов Крэнка-Никольсона (метод трапеций).

Тема 2.4 Математическое моделирование стационарных режимов процессов теплопередачи в пластинчатых и змеевиковых теплообменниках. Математическое описание процессов с применением моделей идеального смешения и вытеснения. Выбор и графическое представление алгоритмов решения. Применение стандартных методов вычислительной математики для решения задач.

Тема 2.5 Математическое моделирование стационарных режимов процессов теплопередачи в прямоточных и противоточных трубчатых теплообменниках, решение задачи Коши и краевой задачи при интегрировании систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Математическое описание процессов с применением моделей идеального вытеснения. Решение задачи Коши и краевой задачи. Представление алгоритмов вычислений в виде информационной матрицы системы уравнений математического описания и блок-схем расчетов. Математическое описание ХТП с применением систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Описание объектов с распределенными в пространстве параметрами. Формулировка начальных и краевых условий задач решения. Численный алгоритм 1-го порядка для решения задачи Коши. Метод «пристрелки» для решения краевой задачи.

Тема 2.6 Математическое моделирование стационарных режимов процессов в реакторах с мешалкой. Описание микрокинетических закономерностей протекания произвольных сложных химических реакций в жидкой фазе для многокомпонентных систем. Определение ключевых компонентов сложных химических реакций с применением методов линейной алгебры - рангов матриц стехиометрических коэффициентов реакции. Математическое описание реакторного процесса с рубашкой для произвольной схемы протекания химической реакции. Выбор алгоритмов решения задачи с применением информационной матрицы системы уравнений математического описания и представления алгоритма решения с помощью блок-схемы расчета процесса.

Тема 2.7 Математическое моделирование нестационарных режимов процессов в реакторах с мешалкой. Математическая постановка задачи для реакции с произвольной стехиометрической схемой. Формулировка задачи Коши – задачи с начальными условиями. Разностное представление системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение информационной матрицы для выбора алгоритма решения. Графическое представление алгоритма решения в виде блок-схемы расчета.

Тема 2.8 Математическое моделирование стационарных режимов в трубчатых реакторах с прямоточным и противоточным движением теплоносителей. Математическая постановка задачи для реакции с конкретной стехиометрической схемой. Формулировка задачи Коши – задачи с начальными условиями и краевой задачи – задачи с краевыми условиями. Разностное представление систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение информационных матриц для выбора алгоритмов решения. Графическое представление алгоритмов решения в виде блок-схемы расчета.

Тема 2.9 Математическое моделирование нестационарных режимов процессов в трубчатых реакторах и численные алгоритмы дискретизации для решения систем дифференциальных уравнений с частными производными. Математическая постановка задачи для реакции с конкретной стехиометрической схемой. Формулировка начальных и граничных условий. Дифференциальные уравнения в частных производных - эллиптического, параболического и гиперболического типов. Алгоритмы решения уравнений параболического типа. Математическая модель химического превращения в изотермических условиях для нестационарного процесса в трубчатых аппаратах с учетом продольного перемешивания и с применением однопараметрической диффузионной модели для описания гидродинамической обстановки в реакционном потоке. Алгоритмы решения в виде систем нелинейных уравнений, а также обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядков.

Тема 2.10 Математическое моделирование стационарных режимов процессов непрерывной многокомпонентной ректификации и абсорбции. Математическое описание процесса многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне. Моделирование фазового равновесия и процесса массопередачи на тарелках в многокомпонентных системах. Учет тепловых балансов на тарелках при моделировании процесса в ректификационной колонне. Декомпозиционный алгоритм расчета процесса ректификации в колонном аппарате. Математическое описание процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне. Моделирование процесса многокомпонентной массопередачи в секциях насадочной колонны. Алгоритм решения краевой задачи для моделирования процесса абсорбции в насадочной колонне.

### *Раздел 3. Основы оптимизации химико-технологических процессов*

Тема 3.1 Решение задач оптимизации с термодинамическими, технологическими, экономическими, технико-экономическими и экологическими критериями оптимальности. Оптимальные ресурсосберегающие ХТП. Выбор критериев оптимальности (целевых функций). Формулировка многокритериальной задачи оптимизации. Особенности решения оптимизационных задач ХТП при наличии нескольких критериев оптимальности, овражном характере целевой функции и наличии ограничений 1-го и 2-го рода.

Тема 3.2 Алгоритмы одномерной и многомерной оптимизации. Методы сканирования, локализации экстремума, золотого сечения и чисел Фибоначи в случае одномерной оптимизации. Методы многомерной оптимизации нулевого, первого и второго порядков. Симплексные, случайные и градиентные методы многомерной оптимизации. Метод штрафных функций.

#### *Заключение.*

А. Применение компьютерных моделей ХТП при проектировании химических производств – в САПР. Задачи систем автоматизированного проектирования (САПР) и структура систем компьютерного проектирования. Информационное и математическое обеспечение САПР. Автоматизированное проектирование с применением компьютерных моделей ХТП.

Б. Применение компьютерных моделей ХТП при управлении технологическими процессами – в АСУТП. Компьютерное моделирование ХТП в режиме реального времени. Системы прямого цифрового (компьютерного) управления технологическими процессами. Особенности реализации компьютерных моделей ХТП в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП).

## **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |            |            |
|--|------------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>4</b>               | <b>144</b> | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b>            | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции   | 0,89                   | 32         | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | -                      | -          | -          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,44                   | 16         | 12         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,67</b>            | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,67                   | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 95,6       | 71,7       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая культура и спорт»

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

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4*

*Знать:*

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

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

### **3 Краткое содержание дисциплины**

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

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

1.2. ИСТОРИЯ СПОРТА. Происхождение физических упражнений и игр. Древние олимпиады. Олимпийское движение. Спортивные общества: история физкультурно-спортивных общественных организаций. Спортсмены в годы Великой отечественной войны.

*Раздел 2. Основы здорового образа жизни*

2.1. ВРАЧЕБНЫЙ КОНТРОЛЬ И САМОКОНТРОЛЬ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ.

Врачебный контроль и врачебное освидетельствование. Педагогический контроль. Самоконтроль: его основные методы, показатели, критерии и оценки. Профилактика спортивного травматизма. Основные виды травм у разных специализаций. Оказание первой помощи для студентов вузов химико-технологического профиля.

2.2. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ. Гигиена физического воспитания и спорта. Режим питания при занятиях физической культурой и спортом. Социальная гигиена. Социально-опасные болезни и меры профилактики.

*Раздел 3. Биологические основы физической культуры и спорта*

3.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА. Организм человека как единая саморазвивающаяся биологическая система. Физическое развитие человека. Двигательная активность и ее влияние на устойчивость, и адаптационные возможности человека к умственным и физическим нагрузкам при различных воздействиях внешней среды.

3.2. ОБРАЗ ЖИЗНИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Здоровье человека как ценность. Здоровый образ жизни и его составляющие. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Социальный характер последствий для здоровья от употребления наркотических средств и других психоактивных веществ (ПАВ), допинга и пищевых добавок в спорте, алкоголя и табакокурения. Допинг как искусственное повышение физической работоспособности и его отрицательные последствия.

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

4.1. ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ И СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ. Методические принципы физического воспитания. Основы и этапы обучения движениям. Развитие физических качеств. Формирование психических качеств в процессе физического воспитания. Спортивная подготовка. Структура подготовленности спортсмена. Массовый спорт и спорт высших достижений, их цели и задачи. Спортивные соревнования как средство и метод общей и специальной физической подготовки студентов.

4.2. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРА. Личная и социально-экономическая необходимость психофизической подготовки человека к труду. Место ППФП в системе подготовки будущего специалиста. Производственная физическая культура и спорт. Производственная гимнастика. Особенности выбора форм, методов и средств физической культуры и спорта в рабочее и свободное время специалистов. Профилактика профессиональных заболеваний средствами физической культуры и спорта. Дополнительные средства повышения общей и профессиональной работоспособности. Влияние индивидуальных особенностей и самостоятельных занятий физической культурой и спортом на организм.

#### 4 Объем учебной дисциплины

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

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

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»

**1 Цель дисциплины** – формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры и спорта, туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности, получении навыка в одном из выбранных видов спорта.

#### **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4*

*Знать:*

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева.

*Уметь:*

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом;
- выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и самостраховки.

*Владеть:*

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни

#### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1.* Основы построения оздоровительной тренировки. Теоретическо-методические основы физической культуры и спорта. Содержательные основы оздоровительной физической культуры и спорта. Основные направления: оздоровительно-рекреативное, оздоровительно-реабилитационное,

спортивно-реабилитационное, гигиеническое. Повышение функционального состояния организма и физической подготовленности. Способы регламентации нагрузки: Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Основные фазы оздоровительной тренировки. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом. Функциональные пробы (ЧСС, АД, ЖЕЛ и т.д.).

*Раздел 2.* Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО. Методика организации и проведения видов испытаний ГТО. Система взаимодействия в сфере физической культуры и спорта. Воспитание физических качеств, обучающихся (отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека).

*Раздел 3.* Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Единый календарный план физкультурных и спортивных мероприятий). Организация спортивных мероприятий. Олимпийская хартия. Федеральные (специальные, национальные) законы спорте. Классификация спортивных соревнований. Нравственные отношения в спорте. Fair Play («Честная игра») – как основа этичного поведения в спорте. Кодекс спортивной этики. Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА. Кодекс ВАДА. Международная конвенция о борьбе с допингом в спорте.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                                 | В академ. часах | Семестр    |            |            |            |
|--|-----------------|------------|------------|------------|------------|
|  |                 | 1          | 2          | 3          | 4          |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану    | <b>328</b>      | <b>56</b>  | <b>92</b>  | <b>90</b>  | <b>90</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>      | <b>192</b>      | <b>32</b>  | <b>64</b>  | <b>64</b>  | <b>32</b>  |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 192             | 32         | 64         | 64         | 32         |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                 | <b>136</b>      | <b>24</b>  | <b>28</b>  | <b>26</b>  | <b>58</b>  |
| Контактная самостоятельная работа                  | <b>0,8</b>      | <b>0,2</b> | <b>0,2</b> | <b>0,2</b> | <b>0,2</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 135,2           | 23,8       | 27,8       | 25,8       | 57,8       |
| <b>Вид итогового контроля:<br/>зачет / экзамен</b> | зачет           | зачет      | зачет      | зачет      | зачет      |

| Вид учебной работы                                 | В астр. часах | Семестр   |           |             |             |
|--|---------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
|  |               | I         | II        | III         | IV          |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану    | <b>246</b>    | <b>42</b> | <b>69</b> | <b>67,5</b> | <b>67,5</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>      | <b>144</b>    | <b>24</b> | <b>48</b> | <b>48</b>   | <b>24</b>   |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 144           | 24        | 48        | 48          | 24          |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                 | <b>102</b>    | <b>18</b> | <b>21</b> | <b>19,5</b> | <b>43,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 0,6           | 0,15      | 0,15      | 0,15        | 0,15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 101,4         | 17,85     | 20,85     | 19,35       | 43,35       |
| <b>Вид итогового контроля:<br/>зачет / экзамен</b> | зачет         | зачет     | зачет     | зачет       | зачет       |



## 5.2 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (обязательные вариативные дисциплины)

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Лабораторный практикум по органической химии»

**1 Цель дисциплины** – приобретение студентами основных знаний и навыков для осуществления синтеза органических веществ.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-1.1; УК-1.4; УК-1.5.

*Знать:*

- технику безопасности в лаборатории органической химии;
- принципы безопасного обращения с органическими соединениями;
- методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси;
- теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ;
- экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам;
- основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений.

*Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач;
- сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения;
- синтезировать соединения по предложенной методике;
- провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии;
- выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения;
- представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведенных опытов;
- выбрать способ идентификации органического соединения.

*Владеть:*

- комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач;
  - экспериментальными методами проведения органических синтезов.
  - основными методами идентификации органических соединений
  - приемами обработки и выделения синтезированных веществ;
- знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.

### 3 Краткое содержание дисциплины

*Раздел 1. «Правила и методы работы в лаборатории органической химии»*

1. Правила безопасной работы в лаборатории органической химии  
Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии.
2. Методы работы в лаборатории органической химии  
Общие методы работы в лаборатории органической химии. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание.
3. Лабораторная посуда, оборудование и приборы  
Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Приборы для определения температуры плавления. Весы. Термометр. Роторный испаритель. Рефрактометр.

*Раздел 2. «Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений»*

1. Хроматография

Идентификация органических веществ посредством различных видов хроматографии (ТСХ, хроматография на бумаге, ионообменная хроматография, ВЭЖХ). Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания. Коэффициент распределения. Работа с капиллярами.

## 2. Методы очистки жидких веществ. Перегонка

Экстракция, для извлечения (выделения) органического вещества из воды. Экстракция с помощью делительной воронки. Высушивание экстрактов осушителем. Перегонка. Виды перегонки (фракционная, вакуумная, перегонка с паром, при атмосферном давлении). Высушивание жидкостей. Осушители. Определение температуры кипения и коэффициента преломления. Фракционная перегонка. Работа с фильтровальной бумагой. Отгонка растворителя.

## 3. Методы очистки твердых веществ. Перекристаллизация

Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Температура возгонки и температура плавления, возгоняющегося вещества. Прибор для возгонки. Пересаживание. Перекристаллизация. Этапы перекристаллизации. Подбор растворителя. Насыщенный раствор. Горячее фильтрование, вакуумная фильтрация. Определение температуры плавления. Температура плавления смешанной пробы.

### Раздел 3. «Синтез органических соединений»

#### 3.1 Синтезы

Цели и задачи эксперимента в органическом синтезе. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Общие правила подготовки и проведения синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта. Синтезы веществ различных классов органических соединений. Проведение экспериментальных методов исследования реакций.

Проведение реакций, протекающих по механизмам:

- нуклеофильного замещения – синтез галогеналканов;
- нуклеофильного присоединения – синтез сложных эфиров карбоновых кислот, амидов карбоновых кислот, азотсодержащих альдегидов и кетонов;
- электрофильного замещения в ароматическом ряду – реакции нитрования, бромирования, сульфирования;
- реакций diazotирования и азосочетания;
- реакций окисления (синтез ацетона, 1,4-бензохинона, бензойной кислоты) и восстановления.

## 4 Объем учебной дисциплины.

| 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>0,89</b>      | <b>32</b>  | <b>24</b>  |
| Лекции  | -                | -          | -          |
| Практические занятия (ПЗ)   | -                | -          | -          |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 0,89             | 32         | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>4,11</b>      | <b>148</b> | <b>111</b> |
| Контактная самостоятельная работа<br>(АттК из УП для зач / зач с оц.)                 | 4,11             | 0,2        | 0,15       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы) |                  | 147,8      | 110,85     |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  | <b>Зачёт</b>     |            |            |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Инструментальные методы физико-химического анализа в технологии электрохимических производств»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций по основным группам инструментальных физико-химических и физических методов анализа (ИМХА), наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3

*Знать:*

- теоретические основы методов ИМХА;
- процессы формирования аналитического сигнала в различных ИМХА;
- рассмотрение принципов измерений в стандартных приборах;
  - основы метрологии ИМХА в соответствии с рекомендациями ИЮПАК;

*Уметь:*

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных аналитических задач;
- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа

*Владеть:*

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок;
- методологией инструментальных и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Спектральные методы анализа*

Общая характеристика ФХМА. Основные источники погрешностей результатов анализа и способы их оценки. Оценка предела обнаружения с использованием формулы Кайзера и стандартного отклонения минимального детектируемого сигнала по ИЮПАК. Линейный диапазон определяемых концентраций. Стандартные образцы состава. Основные аналитикометрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, границы диапазонов определяемых содержаний, селективность, прецизионность, правильность, экспрессность. Методы пробоотбора, разделения и концентрирования веществ.

Методология ФХМА. Приемы количественных измерений (метод градуировочной зависимости, внешнего и внутреннего стандарта, метод добавок). Аналитические и метрологические характеристики различных инструментальных методов. Понятие об аттестованной методике. Проблемы выбора метода анализа. Обобщенные сведения о ГОСТ Р ИСО 5725 (2002).

Общая характеристика спектральных методов анализа. Классификация спектральных методов анализа. Получение химико-аналитической информации при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Атомная и молекулярная спектроскопия. Абсорбционные и эмиссионные методы анализа.

Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа. Источники возбуждения спектров. Качественная характеристика аналитического сигнала. Интенсивность спектральных линий как мера содержания элемента в пробе. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий. Спектральные приборы и способы регистрации спектра. расшифровка эмиссионных спектров и идентификация элементов по их спектрам. Атомно-эмиссионный анализ с индуктивно связанной плазмой. Количественный анализ. Атомно-эмиссионная фотометрия пламени. Газовые пламена как виды низкотемпературной плазмы. Блок-схема пламенного фотометра. Возможности метода и его ограничения. Анионный и катионный эффекты. Области применения.

Атомно-абсорбционная спектрометрия. Общая характеристика метода и аналитического сигнала. Поглощение электромагнитного излучения свободными атомами. Блок-схема прибора. Источники монохроматического излучения. Способы атомизации пробы. Сравнение аналитических характеристик методов атомной абсорбции и атомной эмиссии.

Аналитическая молекулярная спектроскопия. Методы оптической молекулярной спектроскопии. Характеристика аналитического сигнала. Поглощение электромагнитного излучения молекулами. Электронные переходы и спектры поглощения молекул. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Спектрофотометрический и фотометрический анализ. Оптимизация условий аналитических определений. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Аппаратура для спектро- и фотометрических измерений. Точность результатов фотометрических определений. Дифференциальная фотометрия. Методы спектрофотометрического титрования.

Флуориметрический анализ. Природа аналитического сигнала флуоресценции и фосфоресценции. Квантовый и энергетический выходы. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции. Температурное и концентрационное тушение флуоресценции. Зеркальная симметрия спектров поглощения и испускания (правило Левшина). Закон Вавилова. Схема флуориметрических измерений. Выбор первичного и вторичного светофильтров. Градуировочная зависимость и количественный анализ.

Турбидиметрический и нефелометрический методы анализа. Рассеяние света дисперсными системами. Связь оптической плотности дисперсной системы с концентрацией определяемого вещества. Коэффициент мутности системы. Теоретические основы турбидиметрии и нефелометрии. Уравнение Рэля. Сравнительная характеристика аналитических сигналов в турбидиметрии и нефелометрии. Требования, предъявляемые к используемым аналитическим реакциям.

#### *Раздел 2. Электрохимические методы анализа*

Общая характеристика электрохимических методов анализа и их классификация. Классификация электродов в электрохимических методах анализа. Поляризуемые и неполяризуемые электроды. Используемые химические и электрохимические реакции, требования, предъявляемые к этим реакциям. Возможности ЭХМА.

Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Общая характеристика метода. Аналитический сигнал в кондуктометрии. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов. Подвижность ионов. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые титрования. Факторы, влияющие на вид кривых титрования. Принципиальная схема установки для кондуктометрических измерений, используемые электроды. Возможности метода. Примеры определений. Высокочастотное титрование. Возможности метода.

Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциал электрода как аналитический сигнал. Ионметрия. Доннановский и диффузионный потенциалы. Классификация ионоселективных электродов. Уравнение Никольского-Эйзенмана. Методы количественных определений и условия их применения. Прямая потенциометрия (рН-метрия, ионметрия). Возможности метода. Методы титрования. Обработка кривых потенциометрического титрования.

Вольтамперометрические методы анализа. Классическая полярография. Поляро-граммы. Интерпретация полярограмм. Остаточный и конденсаторный токи. Уравнение полярографической волны Гейровского-Ильковича. Потенциал полуволны как качественная характеристика аналитического сигнала. Выбор и назначение полярографического фона. Предельный диффузионный ток как количественная характеристика аналитического сигнала. Амперометрическое титрование. Общая характеристика метода и аналитического сигнала. Выбор условий амперометрических измерений. Принципиальная схема амперометрического титрования. Кривые титрования. Примеры практического использования метода.

#### *Кулонометрический метод анализа*

Классификация методов кулонометрии. Количество электричества как аналитический сигнал. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Расчет количества электричества, затраченного на электрохимическую реакцию. Кулонометрическое титрование. Выбор тока электролиза. Принципиальная схема установки для кулонометрического титрования. Практическое применение метода. Электрогравиметрический анализ. Общая характеристика метода и аналитического сигнала.

### Раздел 3. Хроматографические методы

Общая характеристика хроматографических методов. Теоретические основы хроматографических методов. Хроматограмма. Параметры удерживания. Качественная и количественная характеристики аналитического сигнала в колоночной хроматографии. Физико-химические основы хроматографического процесса. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения и способу оформления процесса. Степень разделения и критерий селективности. Критерий разделения. Оптимизация процессов разделения смесей веществ. Коэффициент распределения. Основное уравнение хроматографии. Связь формы выходной кривой с изотермой распределения в колоночной хроматографии. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера.

Газожидкостная хроматография. Общая характеристика метода. Принципиальная схема газового хроматографа. Устройство и назначение узлов хроматографа. Требования, предъявляемые к неподвижной и подвижной фазам. Детекторы. Методы идентификации веществ в газовой хроматографии. Идентификация компонентов разделяемых смесей с помощью логарифмических индексов удерживания. Способы количественного анализа. Примеры практического использования газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Классификация методов жидкостной хроматографии. Особенности ВЭЖХ. Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Типы детекторов в ВЭЖХ. Жидкостноадсорбционная ВЭЖХ. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты: сорбенты, элюенты, разделяемые вещества. Уравнение Нокса. Методы идентификации веществ и количественного анализа в ВЭЖХ. Примеры практического использования ВЭЖХ. Распределительная бумажная хроматография. Качественная и количественная характеристики аналитического сигнала. Область применения. Гель-хроматография. Подвижная и неподвижная фазы. Общее уравнение, описывающее процесс гель-хроматографии. Возможности гель-хроматографии. Примеры практического использования. Ионообменная и ионная хроматография. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Особенности ионообменной хроматографии. Константа ионного обмена. Изотермы ионного обмена. Катиониты и аниониты. Коэффициент селективности. Ионная хроматография. Блок-схема ионного хроматографа. Разделяющие и компенсационные колонки. Аналитические возможности метода.

Автоматический и автоматизированный анализ. Другие методы анализа. Дискретные автоматические анализаторы. Принцип действия. Непрерывный проточный анализ и проточно-инжекционный анализ. Понятие об аналитической масс-спектрометрии. Сущность метода. Анализ органических веществ. Элементный анализ.

### 4 Объем учебной дисциплины

| 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>1,34</b>            | <b>48,4</b> | <b>36,3</b> |
| Лекции   | 0,45                   | 16          | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | -                      | -           | -           |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,89                   | 32          | 24          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,66</b>            | <b>59,6</b> | <b>44,7</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,66                   |             |             |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 59,6        | 44,7        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |             |             |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Материаловедение и защита от коррозии»

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний, позволяющих оценивать поведение материалов в условиях эксплуатации, для самостоятельного решения вопросов, связанных с выбором материалов оборудования электрохимических производств.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.2; УК-2.4; УК-2.10; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3.

*Знать:*

- классификацию, структуру, состав и свойства материалов и покрытий, используемых, в частности, в технологиях электрохимических производств;
- методы получения металлических, неметаллических и композиционных покрытий;
- методы физико-химического воздействия на материал с целью повышения его коррозионной стойкости;
- маркировку материалов, используемых, в частности, в технологиях электрохимических производств, по российским стандартам;
- основные конструкционные и функциональные материалы, применяемые в химической технологии и химическом аппаратостроении;

*Уметь:*

- рационально подобрать конструкционный материал для электрохимического процесса с учетом методов защиты от возможного воздействия технологической среды, ресурсосбережения и защиты окружающей среды.

*Владеть:*

- методами определения свойств материалов и покрытий, используемых, в частности, в технологиях электрохимических производств;
- данными для принятия конкретных технических решений при разработке электрохимических технологий.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Физико-химические основы материаловедения*

Материаловедение как наука: цели, задачи и значение дисциплины. Общие требования, предъявляемые к материалам в зависимости от условий эксплуатации. Развитие науки о материалах. Роль русских ученых в развитии науки. Достижения в области создания новых материалов, технико-экономическая эффективность их применения. Значение материалов в развитии химико-технологических процессов и обеспечении их безопасности.

Основные понятия о строении, структуре и свойствах материалов. Методы изучения структуры и свойств материалов.

Строение материалов. Основные типы кристаллических решеток. Классификация кристаллов по типам связи. Анизотропия свойств кристаллов. Строение реальных кристаллов. Дефекты реальных кристаллов и их влияние на свойства металлов и сплавов. Свойства дислокаций. Диаграмма «плотность дефектов-прочность». Кристаллизация металлов и сплавов. Самопроизвольная кристаллизация. Несамостоятельная кристаллизация. Аморфные материалы. Аллотропические превращения металлов.

Свойства материалов. Показатели свойств. Классификация свойств. Механические, физические, химические, эксплуатационные и технологические свойства материалов. Показатели механических свойств, определяемые при статических испытаниях на растяжение и изгиб. Методы определения твердости материалов. Показатели механических свойств, определяемые при динамических и циклических испытаниях.

Основы теории сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Термины и определения. Диаграммы – «состав-свойство». Фазовый состав сплавов. Зависимость между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Правило Н.С. Курнакова.

*Раздел 2. Металлические материалы*

Железо и сплавы на его основе. Стали и чугуны. Железоуглеродистые сплавы. Структуры сплавов железо-углерод. Диаграммы состояния железо-цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов.

Конструкционные металлические материалы. Углеродистые и легированные стали. Классификация сталей, определение понятия качества стали (требования к качеству). Влияние углерода и постоянных (технологических) примесей на качество стали, методы улучшения качества стали (повышение ее конструкционной прочности). Влияние легирующих элементов на свойства стали. Конструкционные стали. Инструментальные стали. Классификация углеродистых и легированных сталей. Маркировка сталей Чугуны и твердые сплавы. Свойства и назначение чугуна. Процесс графитизации. Чугуны серые, белые, ковкие, высокопрочные, их свойства, область применения, маркировка.

Термическая обработка. Теория и практика термической и химико-термической обработки металлов и сплавов. Природа, механизм и условия протекания структурных превращений в стали. Виды термической обработки стали: отжиг I и II рода, полный и неполный отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Влияние термической обработки на механические свойства стали. Физические основы химико-термической обработки. Диффузионное насыщение поверхности стали неметаллами. Виды и способы цементации. Азотирование стали. Диффузионная металлизация. Ионная химико-термическая обработка.

Цветные металлы и сплавы на их основе. Общая характеристика и классификация медных сплавов. Латунь, бронзы, медно-никелевые сплавы. Общая характеристика алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы, литейные алюминиевые сплавы. Общая характеристика магниевых сплавов. Деформируемые магниевые сплавы. Литейные магниевые сплавы. Титан и сплавы на основе титана. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства титановых сплавов. Бериллий и сплавы на его основе. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.

Порошковые металлические материалы. Материалы с особыми электрическими свойствами.

### *Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии*

Основные причины коррозии металлов. Показатели коррозии. Классификация коррозионных процессов. Химическая коррозия. Газовая коррозия. Коррозия в жидкостях – неэлектролитах. Электрохимическая коррозия. Кинетика электрохимической коррозии. Коррозия металлов в условиях технологических сред химических производств.

Принципы и методы защиты от коррозии. Коррозионностойкие металлические и неметаллические материалы. Методы защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии. Ингибиторы коррозии. Электрохимическая защита. Защитные покрытия.

### *Раздел 4. Неметаллические материалы*

Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров. Терморезистивные и термопластичные полимеры. Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс. Газонаполненные пластмассы.

Особенности строения, свойства резиновых материалов. Резины общего назначения, специальные резины и области их применения.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Основные виды ЛКМ. Краски, лаки, грунтовка, шпатлевка.

Керамические материалы. Конструкционная, инструментальная и техническая керамика.

Неорганическое стекло. Классификация стекол по назначению и области применения. Ситаллы. Графит. Асбест. Свойства и области применения.

Древесные конструкционные материалы.

Антифрикционные металлические и неметаллические материалы.

Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов. Дисперсно-упрочненные КМ, слоистые КМ, волокнистые КМ. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе. САП (спеченные алюминиевые порошки). Армированные полимерные материалы. Керамические композиционные материалы. Углеродные композиционные материалы.

Понятия о нанотехнологиях, наноматериалах.

### *Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов*

Выбор конструкционных материалов для конкретного технологического процесса. Выбор материалов для оборудования электрохимических производств. Критерии и алгоритм выбора

конструкционных материалов. Экологические и экономические аспекты материаловедения и защиты материалов от коррозии.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |           |
|--|------------------|------------|-----------|
|  | Е                | Акад. ч.   | Астр.ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3</b>         | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>         | <b>0,9</b>       | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции (Лек)   | 0,9              | 32         | 24        |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                    | <b>2,1</b>       | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,1              | 0,2        | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 75,8       | 56,85     |
| <b>Вид контроля:</b>                                   | <b>Зачет</b>     |            |           |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»

**1 Цель дисциплины** - существенно расширить, систематизировать и использовать на практике знаний основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, позволяющих выпускникам осуществлять научно- исследовательскую и практическую работу на предприятиях.

#### **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими универсальными компетенциями и индикаторами их достижения: УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.5, УК-2.6, УК-2.7, УК-2.8, УК-2.10, УК-4.2, ПК-1.1, ПК-2.3.

*Знать:*

- методы расчета тепло- и массообменных аппаратов;
- основные принципы организации процессов химической технологии;
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;
- методы составления технологических схем с нанесением всех аппаратов.

*Уметь:*

- составлять материальные и тепловые балансы для систем газ-жидкость;
- рассчитывать параметры тепло- и массообменного оборудования и насосов;
- подбирать стандартное оборудование, используемое в химической промышленности.

*Владеть*

- методологией расчета основных параметров гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;
- основами правильного подбора тепло и массообменного оборудования;
- методами составления технологических схем и графического изображения основного оборудования.

#### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Введение.* Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

*Раздел 1. Расчёт ректификационной колонны*

*1.1. Расчёт насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).*

Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчёт скорости паров и диаметра колонны. Определение высоты



насадки по модифицированному уравнению массообработки. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчёт гидравлического сопротивления насадки.

### 1.2. Расчёт тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия

Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчёт коэффициентов массообработки, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрффри. Расчёт высоты колонны на основе КПД по Мэрффри с построением кинетической линии. Расчёт гидравлического сопротивления колонны.

1.3. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчётов. Выбор колонны

### Раздел 2. Расчёт и выбор теплообменников

Расчёт и выбор теплообменников по общей схеме: - расчет тепловой нагрузки; - определение теплового режима и средней движущей силы; - приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности  $F_{op}$ ; - выбор типа и нормализованного варианта конструкции; -определение параметров конструкции (например, для кожухотрубного теплообменника: числа труб и числа ходов, диаметра труб, диаметра кожуха, поверхности теплообменника  $F_{норм}$  и др.); - сопоставление ориентировочной  $F_{op}$  и  $F_{норм}$ ; - сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов; -гидравлический расчет; - выбор оптимального варианта теплообменника.

2.1. Расчёт кожухотрубчатого испарителя.

2.2. Расчёт конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).

2.3. Расчёт подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).

2.4. Расчёт холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).

### Раздел 3. Гидродинамические расчёты

3.1 Расчёт гидравлического сопротивления трубопроводов

3.2. Расчёт оптимальных диаметров трубопроводов

3.3. Расчёт и подбор насосов

### Раздел 4. Графическое оформление

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в разделе 1.

## 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы   | Объем дисциплины       |           |           |
|--|------------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.  | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>   | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>   | <b>0,44</b>            | <b>16</b> | <b>12</b> |
| Практические занятия (ПЗ)  | 0,44                   | 16        | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>1,56</b>            | <b>56</b> | <b>42</b> |
| Контактная самостоятельная работа ( <i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i> )                    | 1,56                   | 0,4       | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины ( <i>или другие виды самостоятельной работы</i> ) |                        | 55,6      | 41,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>   | <b>Курсовой проект</b> |           |           |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретическая электрохимия»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций в области

научных основ электрохимических процессов, включая равновесные и неравновесные явления в электрохимических системах, а также изучение строения границы раздела фаз и протекающих на ней электрохимических процессов.

## **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3.

*Знать:*

- основные понятия и определения теоретической электрохимии; типы электрохимических систем, их составные части и свойства;
- строение границы раздела фаз, а также механизмы электрохимических реакций, их термодинамику и кинетику.

*Уметь:*

- находить взаимосвязь между природой электрохимической системы и процессами, которые могут в ней протекать, между строением границы раздела фаз и механизмами процессов; правильно сформулировать задачу при постановке электрохимического исследования и разработать путь ее решения.

*Владеть:*

- техникой измерений равновесных и неравновесных параметров электрохимических процессов; методами анализа результатов определения термодинамических характеристик процессов;
- техникой измерений кинетики электрохимических процессов; методами анализа результатов определения кинетических характеристик процессов.

## **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Основные понятия электрохимии. Законы Фарадея*

1.1. Предмет и содержание электрохимии. Задачи дисциплины. Роль электрохимии в современной науке и технике. Основные понятия.

1.2. Классификация проводников и прохождение постоянного электрического тока через цепь, включающую проводники I и II рода. Катодные и анодные реакции.

1.3. Основные типы электрохимических систем. Электролиз как окислительно-восстановительный процесс. Классификация электродных реакций.

1.4. Законы Фарадея. Число Фарадея. Выход по току. Кулонометры.

*Раздел 2. Термодинамика электрохимических систем*

2.1. Электрохимический потенциал и электрохимическая свободная энергия Гиббса. Связь равновесной ЭДС электрохимической цепи с максимальной работой и изменением энергии Гиббса.

2.2. Уравнения Нернста. Водородная шкала электродных потенциалов. Стандартные потенциалы. Классификация электродов. Электроды сравнения.

*Раздел 3. Скачки потенциала на фазовых границах*

3.1. Скачки потенциала на фазовых границах. Поверхностный, внешний и внутренний потенциалы. Вольта- и гальвани-потенциалы. ЭДС как сумма гальвани-потенциалов и вольта-потенциалов.

3.2. Условия равновесия между контактирующими фазами. Уравнение Нернста для гальвани-потенциала.

*Раздел 4. Неравновесные явления в растворах электролитов*

4.1. Диффузия и миграция ионов. Уравнение Нернста–Энштейна. Диффузионный потенциал: его оценка и устранение.

4.2. Удельная и эквивалентные электропроводности. Подвижности ионов. Аномальная подвижность ионов водорода и гидроксидов.

4.3. Числа переноса и методы их определения. Зависимость чисел переноса от состава электролита. Баланс катодного и анодного пространств электрохимической ячейки.

4.4. Электропроводность неводных растворов, расплавов и твердых электролитов

*Раздел 5. Двойной электрический слой (ДЭС) на границе между электродом и раствором электролита*

5.1. Механизм образования и природа ДЭС в электрохимических системах: возникновение ДЭС за счёт переноса заряженных частиц через межфазную границу при установлении

электрохимического равновесия. Ионный скачок потенциала; нулевые растворы и потенциал нулевого заряда; рациональная (приведенная) шкала электродных потенциалов.

5.2. Образование ДЭС за счёт подведения зарядов от внешнего источника тока; идеально поляризуемые и неполяризуемые электроды. Ток обмена.

5.3. Явления адсорбции при образовании ДЭС. Образование ДЭС за счёт специфической адсорбции ионов и предпочтительной ориентации полярных молекул растворителя и растворённых веществ.

5.4. Электрокапиллярный метод изучения двойного электрического слоя. Поверхностная фаза и относительные поверхностные избытки ионов; связь поверхностных избытков ионов со свободным зарядом контактирующих фаз. Измерение пограничного натяжения на жидких электродах; основное уравнение электрокапиллярности; адсорбционное уравнение Гиббса и 1-е уравнение Липпмана.

5.5. Влияние концентрации поверхностно-неактивного и поверхностно-активного электролитов на электрокапиллярную кривую (ЭКК). Влияние специфической адсорбции ионов и поверхностно-активных органических веществ на ЭКК, поверхностные избытки ионов и распределение потенциала в ДЭС.

5.6. Ёмкость межфазной границы раздела электрод | раствор электролита. Эквивалентные электрические схемы. Методы изучения ДЭС.

5.7. Модели ДЭС Гельмгольца, Гуи-Чэпмена, Штерна и Грэма. Достоинства и недостатки этих моделей.

5.8. Представление о ДЭС как о плоском конденсаторе; учёт диффузной природы ДЭС; природа и заряд плотного и диффузного слоёв по Штерну. Модели Грэма (с учётом и без учета дискретной природы заряда специфически адсорбированных ионов).

5.9. Уравнение Пуассона–Больцмана. Общее выражение для потенциала внешней плоскости Гельмгольца; частное и предельные выражения. Эффективная толщина диффузного слоя.

#### *Раздел 6. Неравновесные электродные процессы*

6.1. Введение в электрохимическую кинетику.

6.2. Определение перенапряжения и поляризации. Равновесный и стационарный потенциалы электрода. Понятие об обратимых и необратимых электродах. Признаки установления в системе равновесного потенциала. Знаки перенапряжения и поляризации. Методы определения потенциала электрода под током.

6.3. Основные стадии электрохимической реакции. Понятие о лимитирующей стадии и стехиометрическом числе стадии (на примере реакции выделения водорода из кислых растворов).

#### *Раздел 7. Диффузионная кинетика*

7.1. Суммарный поток и его составляющие. Связь суммарного потока с плотностью тока. Диффузионный, миграционный и конвективный потоки.

7.2. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии. Подвижность ионов, её связь с коэффициентом диффузии (уравнение Нернста–Эйнштейна).

7.3. Распределение концентрации в приэлектродном слое при стационарной диффузии. Эффективная толщина диффузионного слоя. Предельная плотность тока. Концентрация у поверхности электрода, физический смысл этой величины. Предельный поток и предельная плотность тока в растворе с избытком индифферентного электролита при естественной и вынужденной конвекции. Вращающийся дисковый электрод. Уравнение Левича. Установление диффузионной природы предельного тока и определение коэффициента диффузии ионов с помощью вращающегося дискового электрода.

7.4. Влияние миграции ионов на величину предельного тока. Точный и приближённый методы учёта миграции на примере ряда модельных растворов ( $\text{HCl}$ ,  $\text{KCl}+\text{HCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ). Явление экзальтации миграционного тока.

7.5. Диффузионное перенапряжение при электроосаждении и анодном растворении металлов. Уравнение поляризационной кривой для катодных и анодных реакций в обратимых окислительно-восстановительных системах и при образовании и растворении амальгам. Потенциал и ток полуволны. Падение потенциала в диффузионном слое. Роль чисел переноса.

7.6. Нестационарная диффузия. Дивергенция суммарного потока. Второй закон Фика. Изменения концентрации во времени и условия, при которых они выражаются вторым законом Фика.

7.7. Нестационарная диффузия в потенциостатических условиях. Граничные условия и решение уравнения второго закона Фика в случае плоского электрода. Профили концентраций и зависимость предельного тока от времени в случае нестационарной диффузии к плоскому электроду в потенциостатических условиях.

7.8. Нестационарная диффузия в потенциостатических условиях к сферическому электроду. Основы классической полярографии. Факторы, влияющие на величину предельного тока. Уравнение Ильковича для мгновенного и среднего токов (вывод). Уравнение полярографической волны Гейровского–Ильковича (вывод). Применение полярографии для аналитических целей и для исследования кинетики электрохимических реакций.

7.9. Нестационарная диффузия к плоскому электроду в гальваностатических условиях. Граничные условия и решение уравнения второго закона Фика в случае плоского электрода. Распределение концентрации в приэлектродной зоне. Уравнения Сэнда и Караогланова. Хронопотенциометрия.

#### *Раздел 8. Электрохимическое перенапряжение*

8.1. Основные уравнения теории замедленного разряда. Электронные термы. Соотношение Бренстеда–Поляни–Семёнова и правомерность его применения для рассмотрения кинетики электродных процессов. Влияние скачков потенциала в области межфазной границы и работы специфической адсорбции на изменение стандартной электрохимической энергии Гиббса и энергии активации катодной и анодной реакций. Коэффициенты переноса. Обычный, безактивационный и безбарьерный разряд. Истинная, гетерогенная и измеренная константы скорости. Факторы, влияющие на константы скорости. Ток обмена. Уравнение Фольмера, его частные случаи при малых и больших перенапряжениях. Уравнение Тафеля. Уравнения частной и полной поляризационных кривых.

8.2. Вывод и анализ уравнения Фрумкина. Факторы, влияющие на величину электрохимического перенапряжения.

8.3. Влияние природы металла электрода и присутствия в растворе поверхностно-активных ионов на перенапряжение выделения водорода. Влияние pH на перенапряжение выделения водорода в растворах с постоянной ионной силой и в растворах чистых кислот и оснований.

8.4. Влияние адсорбции ПАВ на кинетику электровосстановления ионов металлов. Эффект Лошкарёва. Предельный адсорбционный ток. Представление о выравнивающих добавках и механизме их действия.

8.5. Кинетика электровосстановления анионов на примере персульфат-иона. Форма поляризационной кривой, влияние присутствия индифферентного электролита на кинетику восстановления персульфат-иона. Исправленные тафелевские зависимости.

#### *Раздел 9. Кинетика сложных электрохимических реакций*

9.1. Электрохимические реакции с последовательным переносом нескольких электронов. Вывод уравнений частной и полной поляризационной кривой (без учёта двойнослойных эффектов). Полный ток обмена. Кажущиеся коэффициенты переноса.

9.2. Электрохимические процессы в условиях медленной химической реакции. Классификация химических стадий. Уравнение поляризационной кривой в случае замедленной гетерогенной реакции. Стадия рекомбинации в реакции катодного выделения водорода, её влияние на скорость электрохимического процесса.

9.3. Электрохимические реакции в случае медленной химической реакции в объёме раствора. Влияние pH раствора на полярографическое восстановление пировиноградной кислоты, представление о реакционном слое.

9.4. Закономерности смешанной кинетики. Вывод уравнения для общего перенапряжения в случаях замедленности диффузионной стадии и стадии разряда. Электрохимическая и диффузионная составляющие суммарного перенапряжения.

9.5. Зависимость скорости электрохимической реакции от температуры. Истинная энергия активации электрохимической реакции, принципиальная невозможность её определения в соответствии с уравнением Аррениуса. Термодиффузионный потенциал. Кажущаяся энергия активации электрохимической реакции.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр                |            |                |            |
|--|-------------|------------|------------------------|------------|----------------|------------|
|  |             |            | 4                      |            | 5              |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ                     | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>11</b>   | <b>396</b> | <b>4</b>               | <b>144</b> | <b>7</b>       | <b>252</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>3,56</b> | <b>128</b> | <b>1,78</b>            | <b>64</b>  | <b>1,78</b>    | <b>64</b>  |
| Лекции   | 1,78        | 64         | 0,89                   | 32         | 0,89           | 32         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44        | 16         | 0,22                   | 8          | 0,22           | 8          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,34        | 48         | 0,67                   | 24         | 0,67           | 24         |
| в том числе в форме практической подготовки    | 1,34        | 48         | 0,67                   | 24         | 0,67           | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>6,44</b> | <b>232</b> | <b>2,22</b>            | <b>80</b>  | <b>4,22</b>    | <b>152</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,4        |                        | 0,4        |                |            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 6,44        | 231,6      | 2,22                   | 79,6       | 4,22           | 152        |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |            |                        |            |                |            |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | -           |            | +                      |            | -              |            |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>    | <b>36</b>  | -                      | -          | <b>1</b>       | <b>36</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1           | 0,4        | -                      | -          | 1              | 0,4        |
| Подготовка к экзамену.                         |             | 35,6       | -                      | -          |                | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |            | <b>Экзамен</b> |            |

| Вид учебной работы                             | Всего       |               | Семестр                |              |                |               |
|--|-------------|---------------|------------------------|--------------|----------------|---------------|
|  |             |               | 4                      |              | 5              |               |
|  | ЗЕ          | Астр. ч.      | ЗЕ                     | Астр. ч.     | ЗЕ             | Астр. ч.      |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>11</b>   | <b>297</b>    | <b>4</b>               | <b>108</b>   | <b>7</b>       | <b>189</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>3,56</b> | <b>96,12</b>  | <b>1,78</b>            | <b>48,06</b> | <b>1,78</b>    | <b>48,06</b>  |
| Лекции   | 1,78        | 48,06         | 0,89                   | 24,03        | 0,89           | 24,03         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44        | 11,88         | 0,22                   | 5,94         | 0,22           | 5,94          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,34        | 36,18         | 0,67                   | 18,09        | 0,67           | 18,09         |
| в том числе в форме практической подготовки    | 1,34        | 36,18         | 0,67                   | 18,09        | 0,67           | 18,09         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>6,44</b> | <b>173,88</b> | <b>2,22</b>            | <b>59,94</b> | <b>4,22</b>    | <b>113,94</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |             | 0,3           |                        | 0,3          |                |               |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 6,44        | 173,58        | 2,22                   | 59,64        | 4,22           | 113,94        |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |               |                        |              |                |               |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | +           |               | +                      |              | -              |               |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>    | <b>27</b>     | -                      | -            | <b>1</b>       | <b>27</b>     |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1           | 0,3           | -                      | -            | 1              | 0,3           |
| Подготовка к экзамену.                         |             | 26,7          | -                      | -            |                | 26,7          |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |               | <b>Зачет с оценкой</b> |              | <b>Экзамен</b> |               |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы электрохимической технологии (электросинтез и гальванотехника)»

**1 Цель дисциплины** – обучение студентов научным основам электрохимической технологии, связанной с процессами электрохимического синтеза некоторых химических продуктов, обучение студентов научным основам электрохимической технологии, связанной с процессами электроосаждения покрытий металлами и сплавам, а также принципам разработки и управления технологическими процессами, и использование их результатов в профессиональной деятельности.

### **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК 2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.3.

#### *Знать:*

- электрические характеристики монополярных и биполярных электролизёров; теоретические основы электродных процессов электросинтеза неорганических и органических продуктов, основные составы растворов и условия электролиза промышленных процессов получения химических продуктов; основные электродные материалы, применяемые в электрохимических производствах; основные технические характеристики, конструкции и условия эксплуатации электролизеров; основные электрохимические системы первичных и вторичных химических источников тока;

- основные электрохимические процессы, применение которых возможно для использования в производстве микроэлектронных компонентов, голограмм, ведущих отраслях машиностроения;

- основные технологические подходы к выбору гальванических процессов для гальванических линий различных конфигураций;

- основы разработки процессов электроосаждения гальванических покрытий металлами и сплавами;

- способы влияния на технологические свойства покрытий за счет изменения составов растворов и режимов электролиза.

#### *Уметь:*

- использовать методы исследования и определения параметров электролиза и химических источников тока; анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса, качества и свойств продукции; проводить эксперименты по заданным методикам, анализировать результаты экспериментов;

- выбирать подходящие схемы гальванического процесса и свойств получаемых покрытий;

- определять возможные проблемы в работе высокотехнологичных гальванических линий и уметь их оперативно устранять;

- решать конкретные задачи при разработке и внедрению новых технологических процессов, оптимизируя качество продукции и экономическую эффективность технологических комплексов для электросинтеза и нанесения гальванических покрытий.

#### *Владеть:*

- методами проведения экспериментов по электрохимическому синтезу химических продуктов и определения эффективности процесса; методами анализа состава, качества и свойств продукции; методами определения основных характеристик химических источников тока;

- принципами разработки процессов электроосаждения покрытий металлами и сплавами, удовлетворяющими технологические требования к покрытиям.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Введение*

Краткая история возникновения и развития электрохимического синтеза химических продуктов. Опыты Луиджи Гальвани. Алессандро Вольты и его вольтов столб. Роль академика Петербургской академии наук В. В. Петрова в рождении прикладной электрохимии в России. Первые эксперименты по электролизу воды и водных растворов Г. Дэви (Humphry Davy), В. Николсон (William Nicholson), А. Карлейль (Anthony Carlisle). М. Фарадей (Michael Faraday) – формулировка основных законов электролиза.

#### *Раздел 2. Баланс напряжения электролизера*

Значение баланса напряжения для определения технико-экономических показателей электрохимического процесса. Схема распределения падений напряжения при протекании электрического тока через электролизер, как составляющих баланса напряжения.

Анализ составляющих баланса и определение путей снижения потерь напряжения отдельных составляющих

Электрические характеристики монополярных и биполярных электролизеров.

*Раздел 3. Электролитическое разложение воды с целью получения водорода и кислорода*

Теоретические основы процесса электролиза воды. Обоснование выбора состава раствора, электродных материалов. Влияние температуры.

Баланс напряжения электролизера при электролизе воды. Электролиз воды под давлением. Конструкции и характеристики электролизеров, работающих при атмосферном и избыточном давлении. Технологическая схема производства водорода.

Перспективы электрохимического метода производства водорода; пути интенсификации и повышения эффективности процесса электролиза за счет использования ТПЭ и высоких температур. Схемы конструкций электролизеров.

*Раздел 4. Электрохимическое производство хлора, щёлочи и водорода и электросинтез кислородных соединений хлора (гипохлорита, хлората и перхлората)*

Электрохимическое производство хлора, щелочи и водорода. Сырье и его источники. Теоретические основы электролиза растворов хлоридов натрия и калия. Электрохимические реакции, протекающие в объеме раствора.

Электролиз с твердым катодом и фильтрующей диафрагмой. Принцип противотока; влияние скорости противотока на выход по току хлора, щелочи и водорода. Электродные материалы, диафрагма, условия электролиза. Конструкции современных электролизеров. Технологическая схема производства.

Электролиз с ионообменной мембраной. Условия электролиза: материал электродов, катионообменная мембрана и особенности переноса ионов при электролизе; плотность тока, состав раствора, температура. Конструкции электролизеров с катионообменными мембранами. Технологическая схема производства.

Принципы электролиза с ртутным катодом. Условия образования и разложения амальгамы. Принципы конструкции электролизеров и разлагателей амальгамы.

Электросинтез гипохлорита натрия. Реакции, протекающие на электродах и в объеме электролита. Состав раствора и условия электролиза. Конструкции электролизеров.

Электросинтез хлоратов. Реакции, протекающие на электродах и в объеме электролита, два возможных пути образования хлората. Материалы электродов, условия электролиза и их влияние на выход по току хлората. Конструкции электролизеров: монополярные и биполярные. Технологическая схема производства с выделением продукта путем выпарки.

Электросинтез перхлоратов. Основные и побочные реакции, протекающие при образовании перхлоратов. Состав раствора и условия электролиза: материал анода и катода, плотность тока, температура. Особенности реакции, протекающей при высоких анодных потенциалах. Конструкция электролизеров. Технологическая схема производства перхлоратов.

Электросинтез хлорной кислоты. Производство хлорной кислоты путем электрохимического окисления соляной кислоты или растворенного хлора. Реакции на электродах. Состав раствора и условия электролиза: материал анода, катода и диафрагмы; плотность тока, температура. Технологическая схема производства хлорной кислоты путем анодного окисления растворенного хлора.

*Раздел 5. Электросинтез окислителей – соединений марганца (перманганата калия и диоксида марганца)*

Электросинтез перманганата калия. Промышленные методы производства перманганата калия: комбинированный (полуэлектрохимический) и электрохимический.

Химические стадии и подготовительные операции. Условия электролиза; электродные материалы. Конструкции электролизеров. Технологические схемы производства комбинированным и электрохимическим методами. Преимущества и недостатки обоих методов производства.

Электросинтез диоксида марганца. Источники сырья для производства диоксида марганца. Теоретические основы электролиза: основные и побочные реакции, протекающие при анодном образовании диоксида марганца.

Составы электролитов и условия получения диоксида марганца марок ЭДМ-1 и ЭДМ-2. Конструкции электролизеров. Технологическая схема производства диоксида марганца марки ЭДМ-2.

*Раздел 6. Электросинтез некоторых органических соединений (динитрила адипиновой кислоты и себаценовой кислоты)*

Электросинтез адиподинитрила. Механизм реакции катодной гидродимеризации акрилонитрила с образованием адиподинитрила. Состав раствора. Условия электролиза. Конструкция электролизера. Технологическая схема получения адиподинитрила.

Электросинтез себаценовой кислоты. Реакции конденсации монометиладипината при высоких анодных потенциалах с образованием диметилового эфира себаценовой кислоты. Состав раствора. Условия электролиза. Конструкция электролизера. Технологическая схема получения себаценовой кислоты.

*Раздел 7. Основные системы химических источников тока (ХИТ)*

Классификация и элементы конструкций ХИТ. Основные термины и определения. Электроды. Активные вещества и их электрохимические свойства. Электролиты. Сепараторы. Некоторые особенности электродных процессов в ХИТ; особенности работы пористых электродов в ХИТ. Характеристики ХИТ. ЭДС, напряжение разомкнутой цепи, вольтамперная характеристика, внутреннее сопротивление, разрядная кривая, мощность, емкость, энергия, саморазряд, сохранность, отдача, удельные характеристики, технический ресурс. Сравнительные характеристики ХИТ.

Первичные химические источники тока с водными электролитами. Марганцево-цинковые (МЦ) элементы и батареи. Теоретические основы токообразующих процессов. Сравнительные характеристики МЦ-элементов с солевым и щелочным электролитом. Конструкции элементов.

Первичные ХИТ с неводными электролитами. ХИТ с литиевыми анодами на основе органических и неорганических растворителей. Характеристики. Преимущества и недостатки.

Аккумуляторы. Отличительные особенности аккумуляторов от первичных ХИТ. Основные электрохимические системы аккумуляторов. Аккумуляторы с водными электролитами: свинцовые (кислотные) аккумуляторы; никель-кадмиевые (НК) и никель-металлгидридный (НМГ) аккумуляторы (щелочные). Теоретические основы токообразующих процессов.

Аккумуляторы с неводными электролитами – литий-ионные и литий-полимерные. Теоретические основы токообразующих процессов.

*Раздел 8. История гальванотехники и ее направления*

История гальванотехники в России. Место гальванотехники в современной промышленности. Достижения российских ученых, роль их в мировой гальванотехнике

Новые направления в гальванотехнике: применение многослойных функциональных покрытий в технологии производства многослойных прецизионных печатных плат и интегральных микросхем.

Темплатное осаждение и использование гальванотехники в нанотехнологиях

*Раздел 9. Научные основы процессов электроосаждения металлов и сплавов*

Основные закономерности электроосаждения покрытий металлами и сплавами, понятия рассеивающей способности и электролитов и ее определение. Теория полей поляризации, основные формулы и оборудование для определения рассеивающей способности электролитов. Выравнивающая способность электролитов.

Диффузионно-адсорбционная теория выравнивания Кардоса-Кругликова. Теории блескообразования. Блескообразование на матовой и на блестящей основе.

*Раздел 10. Основы технологии электроосаждения металлов*

Подготовка поверхности перед нанесением покрытий. Крацевание, обработка дробью и песком (металлическим), химическое и электрохимическое обезжиривание, травление и активация покрытий.

Осаждение покрытий основными металлами и многослойными и композиционными покрытиями: цинк, кадмий, медь, никель, олово, хром, особенности электроосаждения многослойных покрытий.



Композиционные покрытия. Инертные фазы, включаемые в гальванические покрытия, задачи и сложности при электроосаждении композиционных покрытий.

#### *Раздел 11. Электроосаждение покрытий сплавами*

Теоретические основы электроосаждения сплавов – теория совместного разряда ионов на катоде.

Электроосаждение сплавов олово-свинец, олово-висмут, олово-кобальт, олово-никель, латунь, бронза, цинк-никель, цинк-кобальт, цинк-железо, олово-цинк. Особенности использования этих сплавов, основные составы электролитов и способы их разработки и управление составами сплавов, получаемых из этих электролитов

Особенности анодных процессов. Сплавные аноды и инертные (нерастворимые) аноды, комбинированные аноды

#### *Раздел 12. Технологии осаждения гальванических покрытий на печатные платы. Технологии производства интегральных микросхем*

Наиболее применяемые в настоящее время в производстве печатных плат субтрактивная, аддитивная и полу-аддитивная технологии. Субтрактивная технология и ее отличия от аддитивной и полу-аддитивной технологий.

Гальванические процессы, применяемые в производстве печатных плат и их отличия, и особенности, по сравнению с нанесением металлов для обычной антикоррозионной защиты. Функциональная гальванотехника и роль гальванических покрытий в производстве печатных плат.

Многослойные прецизионные печатные платы и требования, предъявляемые к гальваническим покрытиям при производстве таких плат. Роль рассеивающей и выравнивающей способности в производстве печатных плат.

Особенности нанесения многослойных покрытий на заготовки микросхем и контакты, в том числе с использованием технологий «Reel-to-Reel». Отличия и преимущества способа «Reel-to-Reel» в отличие от кассетной технологии, применяемой для покрытия заготовок выводов и интегральных схем.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр                |            |                |            |
|--|-------------|------------|------------------------|------------|----------------|------------|
|  |             |            | 6                      |            | 7              |            |
|  | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ                     | Акад. ч.   | ЗЕ             | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>9</b>    | <b>324</b> | <b>4</b>               | <b>144</b> | <b>5</b>       | <b>180</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>3,56</b> | <b>128</b> | <b>1,78</b>            | <b>64</b>  | <b>1,78</b>    | <b>64</b>  |
| Лекции   | 1,78        | 64         | 0,89                   | 32         | 0,89           | 32         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44        | 16         | 0,22                   | 8          | 0,22           | 8          |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,34        | 48         | 0,67                   | 24         | 0,67           | 24         |
| в том числе в форме практической подготовки    | 1,34        | 48         | 0,67                   | 24         | 0,67           | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>4,44</b> | <b>160</b> | <b>2,22</b>            | <b>80</b>  | <b>2,22</b>    | <b>80</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 4,44        | 0,4        | 2,22                   | 0,4        | 2,22           | 80         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 159,6      |                        | 79,6       |                |            |
| <b>Виды контроля:</b>                          |             |            |                        |            |                |            |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         |             |            | +                      | +          | -              | -          |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>    | <b>36</b>  | -                      | -          | <b>1</b>       | <b>36</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1           | 0,4        | -                      | -          | 1              | 0,4        |
| Подготовка к экзамену.                         |             | 35,6       |                        |            |                | -          |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |            | <b>Экзамен</b> |            |

| Вид учебной работы  | Всего       |            | Семестр                |            |                |            |
|---|-------------|------------|------------------------|------------|----------------|------------|
|   |             |            | 6                      |            | 7              |            |
|   | ЗЕ          | Астр. ч.   | ЗЕ                     | Астр. ч.   | ЗЕ             | Астр. ч.   |
| Общая трудоемкость дисциплины   | <b>9</b>    | <b>243</b> | <b>4</b>               | <b>108</b> | <b>5</b>       | <b>135</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>  | <b>3,56</b> | <b>96</b>  | <b>1,78</b>            | <b>48</b>  | <b>1,78</b>    | <b>48</b>  |
| Лекции  | 1,78        | 48         | 0,89                   | 24         | 0,89           | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)   | 0,44        | 12         | 0,22                   | 6          | 0,22           | 6          |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 1,34        | 36         | 0,67                   | 18         | 0,67           | 18         |
| в том числе в форме практической подготовки   | 1,34        | 36         | 0,67                   | 18         | 0,67           | 18         |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>4,44</b> | <b>120</b> | <b>2,22</b>            | <b>60</b>  | <b>2,22</b>    | <b>60</b>  |
| Контактная самостоятельная работа   |             | 0,3        |                        | 0,3        |                |            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы) | 4,44        | 119,7      | 2,22                   | 59,7       | 2,22           | 60         |
| <b>Виды контроля:</b>   |             |            |                        |            |                |            |
| <i>Зачет с оценкой</i>  |             |            | +                      | +          | -              | -          |
| <b>Экзамен</b>  | <b>1</b>    | <b>27</b>  | -                      | -          | <b>1</b>       | <b>27</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация  | 1           | 0,3        | -                      | -          | 1              | 0,3        |
| Подготовка к экзамену.  |             | 26,7       |                        | -          |                | 26,7       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  |             |            | <b>Зачет с оценкой</b> |            | <b>Экзамен</b> |            |

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств»**

**1 Цель дисциплины** – обучение студентов научным основам ресурсосбережения и экологической безопасности электрохимических процессов, а также принципам разработки и управления технологическими процессами, и использование их результатов в профессиональной деятельности.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

*Знать:*

- основные критерии экологической опасности гальванохимического производства; организацию водооборота технологического процесса и приемы рационального водопотребления;
- современные технологии регенерации, утилизации и обезвреживания техногенных отходов;
- концепцию малоотходного экологически безопасного электрохимического производства.

*Уметь:*

- работать с литературой по вопросам, связанным с экологической безопасностью электрохимических производств;
- проводить технико-экономический анализ проблем энерго- и ресурсосбережения на электрохимических производствах;
- выбирать современные технологии переработки отходов электрохимических производств.

*Владеть:*

- основной техникой и методами исследования процессов, направленных на снижение экологической опасности электрохимических производств;
- методами анализа результатов определения и прогнозирования экологической опасности гальванохимического производства.

### 3 Краткое содержание дисциплины

*Раздел 1. Введение. Общие вопросы экологии и ресурсосбережения электрохимических производств*

Экологические проблемы электрохимических производств на современном этапе. Роль курса в подготовке инженеров-технологов электрохимических производств. Задачи инженеров-электрохимиков в решении экологических проблем и вопросов ресурсосбережения.

Факторы загрязнения окружающей среды. Основные положения концепции развития современного, экологически безопасного, ресурсосберегающего гальванического производства. Сравнительный технико-экономический анализ средств и методов очистки промышленных стоков от тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей и др. токсичных загрязнений. Технологические приемы, обеспечивающие экономию металлов, реагентов воды и защиту окружающей среды. Предельно допустимые концентрации ионов металлов в сточных водах.

*Раздел 2. Очистка промывных и сточных вод в гальванотехнике и производстве печатных плат*

Характеристика сточных вод. Классификация и физико-химические основы методов очистки гальваностоков (электрохимические, мембранные, сорбционные). Преимущества и недостатки методов. Локальные методы извлечения ионов тяжелых цветных металлов (Cu, Ni, Cr, Al, Zn, Cd) из промывных вод с утилизацией ценных компонентов и возвратом воды. Мембранные, электрофлотационные, электрохимические и сорбционные установки.

*Раздел 3. Регенерация, обезвреживание и утилизация технологических растворов*

Классификация технологических растворов. Общие подходы к проблеме. Базовые технологии регенерации растворов химического и электрохимического обезжиривания изделий, травления меди и ее сплавов. Составы растворов. Методы обезвреживания технологических растворов травления сталей. Оборудование, технологические схемы, регенерации отработанных растворов с утилизацией ценных компонентов. Проект типового участка по регенерации и обезвреживанию технологических (на примере никель- и медьсодержащих) растворов.

*Раздел 4. Обезвреживание и утилизация твердых отходов электрохимических производств*

Характеристика твердых отходов. Их классификация. Базовые технологии переработки, обезвреживания и утилизации гальваношламов с получением ценных продуктов (строительных материалов, пигментов, красок). Современные технологии переработки отработанных аккумуляторов и гальванических элементов. Основные направления сокращения образующихся твердых отходов в гальванотехнике и производстве печатных плат.

*Раздел 5. Современные технологии и оборудование для решения проблем экологии и ресурсосбережения*

Классификация методов. Базовые технологии и оборудование с использованием электрохимической науки в решении экологических проблем. Установки, использующие электрохимические процессы, электролиз, электрофлотацию, электрокоагуляцию, электродиализ для обеспечения очистки промывных и сточных вод от ионов цветных металлов, органических загрязнителей, а также для регенерации отработанных концентрированных растворов с возвратом их в технологический цикл. Области применения электрохимических технологий. Материалы электродов, мембран, конструкции аппаратов.

*Раздел 6. Охрана окружающей среды и бизнес*

Рынок технологий, оборудования и услуг. Основы маркетинга, менеджмента, развитие предпринимательства в отрасли. Современные тенденции развития технологии и оборудования для решения проблем ресурсосбережения и экологической безопасности объекта.

### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |           |           |
|--|------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>         | <b>72</b> | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,9</b>       | <b>32</b> | <b>24</b> |

|  |                        |           |           |
|--|------------------------|-----------|-----------|
| Лекции                                       | 0,444                  | 16        | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,444                  | 16        | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                | <b>1,1</b>             | <b>40</b> | <b>30</b> |
| Контактная самостоятельная работа            | <i>разр</i>            | 0,4       | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                        | 39,6      | 29,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет с оценкой</b> |           |           |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы квантовой химии»

**1 Цель дисциплины** – состоит в изучении основных понятий современной квантовой химии и квантово-химических методов расчета строения и свойств химических систем; во введении студентов в круг основных представлений о химической связи и межмолекулярных взаимодействиях и ознакомлении на этой основе с особенностями химической связи в химических веществах и обусловленных этим свойствами материалов; в освоении работы с основными квантово-химическими компьютерными программами, используемыми на практике.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3*

*Знать:*

- основные положения квантовой химии, современной теории химической связи и межмолекулярного взаимодействия и примеры ее применения к конкретным химическим системам;
- принципы количественной характеристики атомной и электронной структуры молекулярных систем;
- основные взаимосвязи между электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, лежащие в основе управления свойствами;
- возможности основных современных квантово-химических расчетных методов и области их применимости.

*Уметь:*

- применять квантово-химические подходы и методы для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств молекулярных систем.

*Владеть:*

- элементарными навыками применения квантово-химических подходов и методов и интерпретации результатов при решении практических технологических задач и стандартными квантово-химическими компьютерными программами.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Введение.* Предмет квантовой химии. Роль квантовой химии в описании химических явлений и процессов. Взаимосвязь классической и квантовой моделей молекул.

*Раздел 1. Общие принципы квантовой химии*

1.2. Основные приближения.

Основные положения квантовой механики. Вариационный метод нахождения волновых функций. Приближение независимых частиц. Метод самосогласованного поля для атомов. Приближение центрального поля. Атомные орбитали и их характеристики.

1.3. Одноэлектронные и многоэлектронные волновые функции и методы их расчета.

Антисимметричность электронной волновой функции. Спин-орбитали. Детерминант Слейтера. Введение в методы Хартри-Фока и Кона-Шэма, химическая трактовка результатов. Электронные конфигурации атомов с точки зрения квантовой химии.

*Раздел 2. Методы квантовой химии*

2.1. Молекулярная структура, электронная корреляция.

Приближение Борна-Оппенгеймера, адиабатический потенциал и понятие молекулярной структуры. Методы Хартри-Фока и Кона-Шэма для молекулы. Приближение МО ЛКАО.

Электронная корреляция. Метод конфигурационного взаимодействия. Теория возмущений. Расчет энергии диссоциации химических связей.

## 2.2. Неэмпирические и полуэмпирические методы.

Иерархия методов квантовой химии. Неэмпирическая квантовая химия. Базисные функции для неэмпирических расчетов. Атомные и молекулярные базисные наборы. Роль базисных функций в описании свойств молекул. Полуэмпирические методы. Валентное приближение.  $\pi$ -электронное приближение. Метод Парризера-Попла-Парра. Простой и расширенный методы Хюккеля. Точность квантово-химических расчетов свойств молекул.

## Раздел 3. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия

### 3.1. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия.

Орбитальная картина химической связи. Конструктивная и деструктивная интерференция орбиталей. Молекулярные орбитали и их симметричная классификация. Корреляционные диаграммы. Электронные конфигурации двухатомных молекул. Анализ заселенностей орбиталей по Малликену. Понятие о зарядах и порядках связей.

Пространственное распределение электронной плотности и химическая связь. Межмолекулярные взаимодействия. Деформационная электронная плотность. Силы в молекулах.

*Заключение.* Квантовая химия как инструмент прогноза в химии.

Общее количество разделов – 3.

## 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |           |           |
|--|------------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.  | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>54</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>            | <b>32</b> | <b>24</b> |
| Лекции   | 0,445                  | 16        | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,445                  | 16        | 12        |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -                      | -         | -         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,11</b>            | <b>40</b> | <b>30</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,11                   | 0,4       | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 39,6      | 29,7      |
| <b>Вид контроля:</b>                           | <b>зачет с оценкой</b> |           |           |

### 5.3 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору)

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы исследования в технологии электрохимических процессов»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний в области методологии электрохимических экспериментальных исследований, необходимых при освоении дисциплин профиля подготовки.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.5.

*Знать:*

- основные экспериментальные методики исследования в области электрохимических технологий;
- основы физических и физико-химических методов исследования поверхности электродных материалов;
- технологические аспекты электрохимических методов исследования.

*Уметь:*

- на основе теоретических представлений грамотно построить план электрохимического эксперимента;
- выбрать необходимые физические и физико-химические методы исследования;
- составить план экспериментального исследования для решения конкретной задачи электрохимических технологий.

*Владеть:*

- основами методологии электрохимического эксперимента в ТЭП;
- экспериментальными приемами электрохимических исследований.

#### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Кинетика электрохимических процессов. Метод поляризационных кривых. Метод вращающегося дискового электрода*

Предмет и содержание дисциплины. Задачи дисциплины. Роль электрохимии в современной науке и технике. Основные понятия. Метод поляризационных кривых. Определение поляризационных кривых, разновидности поляризационных кривых. Области исследований с использованием поляризационных кривых. Электрическая схема измерения катодного и анодного потенциалов. Электрод Лутгина (Гебр), цель его применения. Ход стандартных катодных и анодных поляризационных кривых, характерные области Катодные поляризационные кривые, определение. Применение катодных поляризационных кривых в практических целях. Лимитирующие стадии катодного восстановления металлов. Перенапряжение. Определение. Уравнение поляризационной кривой в случае перенапряжения диффузией. Обобщённые катодные поляризационные кривые (без ограничений, с дифф. ограничениями, суммарные). Увеличение скорости катодного процесса в условиях диффузии. Лимитирующие стадии катодного процесса. Уравнение поляризационной кривой в случае электрохимического перенапряжения. Ток обмена. Уравнение Тафеля. Вид поляризационных кривых характерные для реакций, протекающих с замедленной стадией присоединения или отдачи электрона в традиционных и в тафелевских координатах. Анодные поляризационные кривые. Анодная пассивация металлов. Использование анодных поляризационных кривых в практических целях. Поляризационные кривые анодного растворения металлов и восстановления кислорода в нормальных условиях, при перемешивании раствора. Скорость коррозии. Четыре области на анодной поляризационной кривой: причины возникновения. Изучение кинетики электрохимических процессов в стационарных условиях. Метод вращающегося дискового электрода. Области применения метода. Устройство ВДЭ. Уравнение плотности тока на ВДЭ. Определение лимитирующих стадий электрохимических процессов с помощью ВДЭ. Нестационарные методы исследования кинетики электродных процессов в электрохимии. Циклическая вольтамперометрия, определение, область применения.

*Раздел 2. Потенциометрия. Ионметрия. Электроды используемые в потенциометрии*

Определение потенциометрии. Принцип действия потенциометрических анализаторов. Определение ЭДС. Гальваническая ячейка для определения ЭДС. Потенциалы в потенциометрии: электродный, мембранный, окислительно-восстановительный, диффузионный, определения. Уравнение Нернста, физико-химический смысл преременных Основные типы электродов, используемые в потенцометрии. Стекланный электрод, устройство, предназначение. Область применения. Ионселективный электрод с твёрдой и жидкой мембраной: устройство, предназначение. Потенциал ионселективного электрода в отсутствие посторонних ионов. Графический вид зависимости потенциала ИСЭ от рН. Предел определения потенциалопределяющего иона. Использование ионселективных электродов в практических целях. Электроды сравнения: стандартный водородный электрод, каломельный электрод, хлоридсеребряный электрод. Устройство, потенциалопределяющие реакции. Области применение электродов сравнения. Потенциометрическое определение рН, принцип действия рН-метра, электроды, используемые в рН-метрии. Основные буферные растворы для рН-метрии. Принцип действия буферных растворов. Перечень буферных систем, состав буферных систем, значения рН. Приготовление стандарт-титра.

*Раздел 3. Исследование стационарных характеристик электрохимических систем. Кондуктометрия. Электрофорез*

Кондуктометрия, определение. Электропроводность, сопротивление. Важность определения электропроводности в электрохимических исследованиях. Удельная и эквивалентная электропроводность, факторы влияющие на электропроводность. Методы определения электропроводности: Метод Кольрауша, схема прибора Кольрауша. Кондуктометрическая ячейка, схема, материал электродов. Прямая и косвенная кондуктометрия, определения, области применения. Измерение электрокинетического потенциала методом электрофореза, сущность метода. Схема двойного электрического слоя, плоскость скольжения, определение электрокинетического потенциала. Важность измерения электрокинетического потенциала для решения практических задач. Современные методы измерения дзета-потенциала, конструкции измерительных ячеек.

*Раздел 4. Рассеивающая способность электролитов. Ячейка Моллера. Определение работоспособности электролитов. Ячейка Хулла*

Рассеивающая способность электролитов, определение. Методы определения рассеивающей способности. Определения рассеивающей способности с использованием щелевой ячейки Моллера. Электродные материалы, применяемые в ячейке Моллера. Электрическая схема подключения источника постоянного тока к ячейке Моллера. Расчёт значения рассеивающей способности с использованием данных, полученных на ячейки Моллера. Применение данных о рассеивающей способности в практической гальванике. Контроль работоспособности гальванических растворов с помощью ячейки Хулла. Назначение ячейки Хулла: какие технологические показатели позволяет контролировать ячейка. Электродные материалы, применяемые в ячейке Хулла. Электрическая схема подключения источника постоянного тока к ячейке Хулла.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| 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>0,9</b>             | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции  | 0,44                   | 16         | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)   | 0,44                   | 16         | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>2,1</b>             | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа   |                        | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы) | 2,1                    | 75,6       | 56,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы электрохимических исследований»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний в области методологии электрохимических экспериментальных исследований, необходимых при освоении дисциплин профиля подготовки.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.5.

*Знать:*

- основные экспериментальные методики исследования в области электрохимических технологий;
- основы физических и физико-химических методов исследования поверхности электродных материалов;
- технологические аспекты электрохимических методов исследования.

*Уметь:*

- на основе теоретических представлений грамотно построить план электрохимического эксперимента;
- выбрать необходимые физические и физико-химические методы исследования;
- составить план экспериментального исследования для решения конкретной задачи электрохимических технологий.

*Владеть:*

- основами методологии электрохимического эксперимента в ТЭП;
- экспериментальными приемами электрохимических исследований.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Потенциометрия. Ионометрия. Электроды используемые в потенциометрии*

Предмет и содержание дисциплины. Задачи дисциплины. Роль электрохимии в современной науке и технике. Основные понятия. Определение потенциометрии. Принцип действия потенциометрических анализаторов. Определение ЭДС. Гальваническая ячейка для определения ЭДС. Потенциалы в потенциометрии: электродный, мембранный, окислительно-восстановительный, диффузионный, определения. Уравнение Нернста, физико-химический смысл переменных. Основные типы электродов, используемые в потенциометрии. Стекланный электрод, устройство, предназначение. Область применения. Ионселективный электрод с твердой и жидкой мембраной: устройство, предназначение. Потенциал ионселективного электрода в отсутствие посторонних ионов. Графический вид зависимости потенциала ИСЭ от рН. Предел определения потенциалопределяющего иона. Использование ионселективных электродов в практических целях. Электроды сравнения: стандартный водородный электрод, каломельный электрод, хлоридсеребряный электрод. Устройство, потенциалопределяющие реакции. Области применения электродов сравнения. Потенциометрическое определение рН, принцип действия рН-метра, электроды, используемые в рН-метрии. Основные буферные растворы для рН-метрии. Принцип действия буферных растворов. Перечень буферных систем, состав буферных систем, значения рН. Приготовление стандарт-титра.

*Раздел 2. Исследование стационарных характеристик электрохимических систем. Кондуктометрия. Электрофорез*

Кондуктометрия, определение. Электропроводность, сопротивление. Важность определения электропроводности в электрохимических исследованиях. Удельная и эквивалентная электропроводность, факторы влияющие на электропроводность. Методы определения электропроводности: Метод Кольрауша, схема прибора Кольрауша. Кондуктометрическая ячейка, схема, материал электродов. Прямая и косвенная кондуктометрия, определения, области применения. Измерение электрокинетического потенциала методом электрофореза, сущность метода. Схема двойного электрического слоя, плоскость скольжения, определение электрокинетического потенциала. Важность измерения электрокинетического потенциала для решения практических задач. Современные методы измерения дзета-потенциала, конструкции измерительных ячеек.



*Раздел 3. Рассеивающая способность электролитов. Ячейка Моллера. Определение работоспособности электролитов. Ячейка Хулла*

Рассеивающая способность электролитов, определение. Методы определения рассеивающей способности. Определения рассеивающей способности с использованием щелевой ячейки Моллера. Электродные материалы, применяемые в ячейке Моллера. Электрическая схема подключения источника постоянного тока к ячейке Моллера. Расчёт значения рассеивающей способности с использованием данных, полученных на ячейки Моллера. Применение данных о рассеивающей способности в практической гальванике. Контроль работоспособности гальванических растворов с помощью ячейки Хулла. Назначение ячейки Хулла: какие технологические показатели позволяет контролировать ячейка. Электродные материалы, применяемые в ячейке Хулла. Электрическая схема подключения источника постоянного тока к ячейке Хулла.

*Раздел 4. Кинетика электрохимических процессов. Метод поляризационных кривых. Метод вращающегося дискового электрода*

Метод поляризационных кривых. Определение поляризационных кривых, разновидности поляризационных кривых. Области исследований с использованием поляризационных кривых. Электрическая схема измерения катодного и анодного потенциалов. Электрод Лутгина (Гебр), цель его применения. Ход стандартных катодных и анодных поляризационных кривых, характерные области Катодные поляризационные кривые, определение. Применение катодных поляризационных кривых в практических целях. Лимитирующие стадии катодного восстановления металлов. Перенапряжение. Определение. Уравнение поляризационной кривой в случае перенапряжения диффузией. Обобщённые катодные поляризационные кривые (без ограничений, с дифф. ограничениями, суммарные). Увеличение скорости катодного процесса в условиях диффузии. Лимитирующие стадии катодного процесса. Уравнение поляризационной кривой в случае электрохимического перенапряжения. Ток обмена. Уравнение Тафеля. Вид поляризационных кривых характерные для реакций, протекающих с замедленной стадией присоединения или отдачи электрона в традиционных и в тафелевских координатах. Анодные поляризационные кривые. Анодная пассивация металлов. Использование анодных поляризационных кривых в практических целях. Поляризационные кривые анодного растворения металлов и восстановления кислорода в нормальных условиях, при перемешивании раствора. Скорость коррозии. Четыре области на анодной поляризационной кривой: причины возникновения. Изучение кинетики электрохимических процессов в стационарных условиях. Метод вращающегося дискового электрода. Области применения метода. Строение ВДЭ. Уравнение плотности тока на ВДЭ. Определение лимитирующих стадий электрохимических процессов с помощью ВДЭ. Нестационарные методы исследования кинетики электродных процессов в электрохимии. Циклическая вольтамперометрия, определение, область применения.

**4 Объем учебной дисциплины**

| 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>0,9</b>             | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции  | 0,44                   | 16         | 12        |
| Практические занятия (ПЗ)   | 0,44                   | 16         | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>2,1</b>             | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа   |                        | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы) | 2,1                    | 75,6       | 56,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Коррозия и защита металлов»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний основных научных и практических положений о коррозии и защите металлов и применение их при решении задач по защите металлов от коррозии.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.2, ПК-5.4, ПК-5.6.

*Знать:*

- основные понятия и определения по коррозии и защите металлов; основные положения термодинамики, кинетики и механизма катодных и анодных реакций коррозионного процесса;
- методы и технические средства, применяемые для защиты металлоконструкций от коррозии.

*Уметь:*

- рассчитывать основные характеристики коррозионного процесса и выбирать методы и технические средства для защиты металлоконструкций от коррозии;
- определять виды коррозии и выбирать металлические конструкционные материалы и защитные покрытия;

*Владеть:*

- методами коррозионно-электрохимических исследований;
- методами анализа результатов обследования коррозионных разрушений металлоконструкций.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Коррозия металлов в растворах электролитов*

1.1 Научные основы и задачи дисциплины. Основные определения и понятия. Общая характеристика коррозионных процессов. Научно-технический, экономический, социальный, экологический аспекты проблемы «Коррозия и защита металлов». Классификация коррозионных процессов. Методы оценки коррозионной стойкости металлов.

1.2 Термодинамика электрохимической коррозии. Применение диаграмм равновесий потенциал - рН для анализа процессов коррозии. Кинетика электрохимической коррозии. Электрохимическая коррозия как частный случай протекания сопряженных реакций ионизации атомов металла и восстановления окислителя. Сопряженные реакции при наложении внешней поляризации. Поляризационное сопротивление. Коррозия в условиях локализации катодных и анодных реакций.

1.3 Коррозия при восстановлении кислорода и ионов водорода. Стадийность ионизации металла. Участие компонентов раствора в элементарных стадиях анодной реакции. Диффузионные ограничения анодной реакции. Растворение металла по химическому механизму. Пассивное состояние металлов. Способы перевода металла в пассивное состояние. Случаи нарушения пассивного состояния (перепассивация, питтингообразование). Коррозия сплавов. Парциальные скорости растворения компонентов сплава.

*Раздел 2. Коррозия металлов в природных и промышленных условиях*

2.1 Атмосферная коррозия. Механизм, контролирующие факторы. Влияние загрязнений атмосферы, влажности, температуры на скорость атмосферной коррозии.

2.2 Подземная, морская, биологическая коррозия. Условия возникновения, механизм, особенности протекания.

2.3 Питтинговая, межкристаллитная коррозия. Особенности протекания. Влияние различных факторов на скорость локальных видов коррозии.

2.4 Коррозия под действием нагрузок. Коррозионное растрескивание. Стадии роста трещины. Критическое напряжение. Коррозионная усталость. Предел коррозионной усталости.

2.5 Термодинамика и кинетика газовой коррозии. Требования, предъявляемые к защитным пленкам. Механизм окисления и законы роста оксидных пленок. Влияние различных факторов на скорость газовой коррозии.

*Раздел 3. Коррозионная стойкость важнейших металлов и сплавов*

3.1 Коррозионная стойкость железа и сплавов на его основе. Коррозионные свойства железа. Роль углерода в коррозионно-электрохимическом поведении сплавов железа с углеродом. Принципы

легирования для повышения кислотостойкости, стойкости против питтинговой и межкристаллитной коррозии. Жаростойкие и жаропрочные стали. Электрохимическая характеристика и коррозионная стойкость важнейших цветных металлов и сплавов на их основе (медь, никель, алюминий, магний, титан).

3.2 Коррозионная стойкость и защитная способность гальванических покрытий. Классификация покрытий. Механизм защитного действия однослойных и многослойных гальванических покрытий.

#### *Раздел 4. Методы защиты металлов от коррозии*

4.1 Классификация и обоснование выбора методов защиты. Предупреждение коррозии на стадии проектирования. Противокоррозионные легирование и рафинирование. Термическая обработка металла. Защитные покрытия: металлические, неметаллические неорганические и органические. Силикатные материалы. Обработка агрессивной среды. Ингибиторы коррозии. Консервация металлических изделий.

4.2 Электрохимические методы защиты. Катодная и анодная защита с помощью поляризации от внешнего источника постоянного тока или с помощью протектора. Станции катодной и анодной защиты.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |            |              |
|--|------------------|------------|--------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,78</b>      | <b>64</b>  | <b>48,06</b> |
| Лекции   | 0,89             | 32         | 24,03        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,22             | 8          | 5,94         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,67             | 24         | 18,09        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,67             | 24         | 18,09        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,22</b>      | <b>44</b>  | <b>32,94</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,22             | 44         | 32,94        |
| <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>   |            |              |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Современные методы коррозионных испытаний»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний основных научных и практических положений о коррозии и защите металлов и применение их при решении задач по защите металлов от коррозии.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.2, ПК-5.4, ПК-5.6.

*Знать:*

- основные понятия и определения по коррозии и защите металлов; основные положения термодинамики, кинетики и механизма катодных и анодных реакций коррозионного процесса;
- методы и технические средства, применяемые для защиты металлоконструкций от коррозии.

*Уметь:*

- рассчитывать основные характеристики коррозионного процесса и выбирать методы и технические средства для защиты металлоконструкций от коррозии;

- определять виды коррозии и выбирать металлические конструкционные материалы и защитные покрытия;

*Владеть:*

- методами коррозионно-электрохимических исследований;

- методами анализа результатов обследования коррозионных разрушений металлоконструкций.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Введение. Коррозия металлов в растворах электролитов*

1.1 Научные основы и задачи дисциплины. Основные определения и понятия. Общая характеристика коррозионных процессов. Научно-технический, экономический, социальный, экологический аспекты проблемы «Коррозия и защита металлов». Классификация коррозионных процессов. Методы оценки коррозионной стойкости металлов.

1.2 Термодинамика электрохимической коррозии. Применение диаграмм равновесий потенциал - рН для анализа процессов коррозии. Кинетика электрохимической коррозии. Электрохимическая коррозия как частный случай протекания сопряженных реакций ионизации атомов металла и восстановления окислителя. Сопряженные реакции при наложении внешней поляризации. Поляризационное сопротивление. Коррозия в условиях локализации катодных и анодных реакций.

1.3 Коррозия при восстановлении кислорода и ионов водорода. Стадийность ионизации металла. Участие компонентов раствора в элементарных стадиях анодной реакции. Диффузионные ограничения анодной реакции. Растворение металла по химическому механизму. Пассивное состояние металлов. Способы перевода металла в пассивное состояние. Случаи нарушения пассивного состояния (перепассивация, питтингообразование). Коррозия сплавов. Парциальные скорости растворения компонентов сплава.

#### *Раздел 2. Коррозия металлов в природных и промышленных условиях*

2.1 Атмосферная коррозия. Механизм, контролирующие факторы. Влияние загрязнений атмосферы, влажности, температуры на скорость атмосферной коррозии.

2.2 Подземная, морская, биологическая коррозия. Условия возникновения, механизм, особенности протекания.

2.3 Питтинговая, межкристаллитная коррозия. Особенности протекания. Влияние различных факторов на скорость локальных видов коррозии.

2.4 Коррозия под действием нагрузок. Коррозионное растрескивание. Стадии роста трещины. Критическое напряжение. Коррозионная усталость. Предел коррозионной усталости.

2.5 Термодинамика и кинетика газовой коррозии. Требования, предъявляемые к защитным пленкам. Механизм окисления и законы роста оксидных пленок. Влияние различных факторов на скорость газовой коррозии.

#### *Раздел 3. Коррозионная стойкость важнейших металлов и сплавов*

3.1 Коррозионная стойкость железа и сплавов на его основе. Коррозионные свойства железа. Роль углерода в коррозионно-электрохимическом поведении сплавов железа с углеродом. Принципы легирования для повышения кислотостойкости, стойкости против питтинговой и межкристаллитной коррозии. Жаростойкие и жаропрочные стали. Электрохимическая характеристика и коррозионная стойкость важнейших цветных металлов и сплавов на их основе (медь, никель, алюминий, магний, титан).

3.2 Коррозионная стойкость и защитная способность гальванических покрытий. Классификация покрытий. Механизм защитного действия однослойных и многослойных гальванических покрытий.

#### *Раздел 4. Методы защиты металлов от коррозии*

4.1 Классификация и обоснование выбора методов защиты. Предупреждение коррозии на стадии проектирования. Противокоррозионные легирование и рафинирование. Термическая обработка металла. Защитные покрытия: металлические, неметаллические неорганические и органические. Силикатные материалы. Обработка агрессивной среды. Ингибиторы коррозии. Консервация металлических изделий.

4.2 Электрохимические методы защиты. Катодная и анодная защита с помощью поляризации от внешнего источника постоянного тока или с помощью протектора. Станции катодной и анодной защиты.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |            |              |
|--|------------------|------------|--------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,78</b>      | <b>64</b>  | <b>48,06</b> |
| Лекции   | 0,89             | 32         | 24,03        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,22             | 8          | 5,94         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,67             | 24         | 18,09        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,67             | 24         | 18,09        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,22</b>      | <b>44</b>  | <b>32,94</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,22             | 44         | 32,94        |
| <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>   |            |              |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Электрохимическая технология чистых металлов»

**1 Цель дисциплины** – обучение студентов основам электрохимических процессов, направленных на получение металлов высокой степени чистоты, теоретическим основам электролитического рафинирования металлов, способам переработки отходов производства.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.5.

*Знать:*

- назначение и области применения электролиза водных растворов в металлургии цветных, редких и черных металлов;
- теоретические основы электролиза водных растворов в металлургии;
- способы получения металлов высокой степени чистоты;
- методы электролитического извлечения металлов из растворов после выщелачивания руд и концентратов.

*Уметь:*

- работать с литературными источниками по вопросам, связанным с электрометаллургическими процессами;
- применять полученные знания для решения конкретных технологических задач;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса, качества и свойств продукции.

*Владеть:*

- способами получения металлов высокой степени чистоты;
- методами расчета необходимых параметров на основе экспериментальных и литературных данных;
- способами интенсификации процессов получения металлов высокой степени чистоты;
- методами анализа состава, качества и свойств продукции.

#### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Электролитическое извлечение металлов из растворов после выщелачивания руд и концентратов*

Содержание и задачи курса. Общие сведения о состоянии и развитии науки в области получения чистых металлов методом электролиза. Основные направления современных исследований в области теории и практики электролиза в гидрометаллургии. Требования к качеству

получаемого металла. Общие теоретические положения - катодная поляризация при выделении металлов. Совместный разряд катионов. Анодное растворение металлов.

Механические и химические методы подготовки руд для выщелачивания. (дробление, размол, обогащение, обжиг, флотация). Очистка растворов. Способы выделения металлов из растворов. Электрохимическое получение металлов из бедных руд. Электролитическая экстракция и рафинирование. Основные понятия и законы электролиза чистых металлов

#### *Раздел 2. Технология гидроэлектрометаллургических процессов*

Электрохимические способы извлечения металлов из водных растворов. Основные виды сырья и методы его переработки для производства чистого металла. Электролитическая экстракция и рафинирование металлов. Особенности катодных и анодных процессов при получении металлов рафинированием и электролитической экстракцией. Задачи электрохимического рафинирования и его промышленное развитие. Основные схемы электрохимического рафинирования и электролитической экстракции металлов: меди, серебра, золота, свинца и олова, никеля, цинка, кадмия, хрома. Процессы на электродах и в электролите. Влияние состава раствора, плотности тока, температуры и других факторов на выход металла по току и на структуру катодного осадка. Анодный шлам и его состав. Способы переработки анодного шлама и регенерации отработанного электролита.

#### *Раздел 3. Электролитическое получение металлических порошков*

Области применения и перспективы развития производства металлических порошков. Методы получения металлических порошков. Преимущества электрохимического метода. Теория процессов выделения металлов на катоде в порошкообразной форме. Технология процессов электрохимического получения порошков различных металлов: меди, цинка и др. Электролиты и условия электролиза.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

| 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>1,33</b>            | <b>48</b>  | <b>35,91</b> |
| Лекции   | 0,89                   | 32         | 24,03        |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,44                   | 16         | 11,88        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,44                   | 16         | 11,88        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,67</b>            | <b>60</b>  | <b>45,09</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,67                   | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 59,6       | 44,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы гидроэлектрометаллургической технологии»**

**1 Цель дисциплины** – обучение студентов основам электрохимических процессов, направленных на получение металлов высокой степени чистоты, теоретическим основам электролитического рафинирования металлов, способам переработки отходов производства.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.5.

*Знать:*

- назначение и области применения электролиза водных растворов в металлургии цветных, редких и черных металлов;
- теоретические основы электролиза водных растворов в металлургии;
- способы получения металлов высокой степени чистоты;

-методы электролитического извлечения металлов из растворов после выщелачивания руд и концентратов.

*Уметь:*

- работать с литературными источниками по вопросам, связанным с электрометаллургическими процессами;

- применять полученные знания для решения конкретных технологических задач;

- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса, качества и свойств продукции.

*Владеть:*

- способами получения металлов высокой степени чистоты;

- методами расчета необходимых параметров на основе экспериментальных и литературных данных;

- способами интенсификации процессов получения металлов высокой степени чистоты;

- методами анализа состава, качества и свойств продукции.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Электролитическое извлечение металлов из растворов после выщелачивания руд и концентратов*

Содержание и задачи курса. Общие сведения о состоянии и развитии науки в области получения чистых металлов методом электролиза. Основные направления современных исследований в области теории и практики электролиза в гидрометаллургии. Требования к качеству получаемого металла. Общие теоретические положения - катодная поляризация при выделении металлов. Совместный разряд катионов. Анодное растворение металлов.

Механические и химические методы подготовки руд для выщелачивания. (дробление, размол, обогащение, обжиг, флотация). Очистка растворов. Способы выделения металлов из растворов. Электрохимическое получение металлов из бедных руд. Электролитическая экстракция и рафинирование. Основные понятия и законы электролиза чистых металлов

*Раздел 2. Технология гидроэлектрометаллургических процессов*

Электрохимические способы извлечения металлов из водных растворов. Основные виды сырья и методы его переработки для производства чистого металла. Электролитическая экстракция и рафинирование металлов. Особенности катодных и анодных процессов при получении металлов рафинированием и электролитической экстракцией. Задачи электрохимического рафинирования и его промышленное развитие. Основные схемы электрохимического рафинирования и электролитической экстракции металлов: меди, серебра, золота, свинца и олова, никеля, цинка, кадмия, хрома. Процессы на электродах и в электролите. Влияние состава раствора, плотности тока, температуры и других факторов на выход металла по току и на структуру катодного осадка. Анодный шлам и его состав. Способы переработки анодного шлама и регенерации отработанного электролита.

*Раздел 3. Электролитическое получение металлических порошков*

Области применения и перспективы развития производства металлических порошков. Методы получения металлических порошков. Преимущества электрохимического метода. Теория процессов выделения металлов на катоде в порошкообразной форме. Технология процессов электрохимического получения порошков различных металлов: меди, цинка и др. Электролиты и условия электролиза.

### **4 Объем учебной дисциплины**

| 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>1,33</b>      | <b>48</b>  | <b>35,91</b> |
| Лекции   | 0,89             | 32         | 24,03        |

|  |                        |           |              |
|--|------------------------|-----------|--------------|
| Лабораторные работы (ЛР)                     | 0,44                   | 16        | 11,88        |
| в том числе в форме практической подготовки  | 0,44                   | 16        | 11,88        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                | <b>1,67</b>            | <b>60</b> | <b>45,09</b> |
| Контактная самостоятельная работа            | 1,67                   | 0,4       | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                        | 59,6      | 44,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет с оценкой</b> |           |              |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы технологии конверсионных покрытий»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаниями теоретических основ формирования конверсионных покрытий, а также практическими навыками их нанесения.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.5.

*Знать:*

- свойства, назначение и области применения фосфатных, оксидных, хроматных и прочих конверсионных покрытий;
- теоретические основы нанесения конверсионных покрытий; механизмы зарождения и роста конверсионных слоев;
- способы осаждения конверсионных покрытий;
- особенности предыдущих и последующих стадий процессов нанесения конверсионных покрытий;
- виды последующей обработки конверсионных покрытий.

*Уметь:*

- определять на основе экспериментальных исследований характеристики конверсионных покрытий;
- применять полученную информацию для решения конкретных технологических задач.

*Владеть:*

- способами коррозионных испытаний конверсионных покрытий;
- методиками исследования физико-механических свойств конверсионных покрытий;
- способами интенсификации процессов нанесения конверсионных покрытий.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Определение конверсионных покрытий. Их разновидности, свойства, назначение. Теоретические основы их формирования*

Конверсионные покрытия: определение, назначение и области применения конверсионных покрытий. Требования к качеству конверсионных покрытий и технологиям их нанесения. Общие закономерности формирования конверсионных покрытий.

*Раздел 2. Основные технологические процессы нанесения конверсионных покрытий: оксидирование, фосфатирование, хроматирование, пассивирование, современные виды конверсионных покрытий*

История развития фосфатирования. Свойства, назначение и область применения фосфатных покрытий. Механизм формирования фосфатных покрытий. Кристаллическое и аморфное фосфатирование. Ускорители процесса фосфатирования. Электрохимическое фосфатирование. Масса, структура и состав фосфатных покрытий. Определение удельной массы фосфатного слоя и удельной массы стравившегося металла. Составы фосфатирующих растворов. Выбор фосфатирующих растворов для конкретных целей. Способы нанесения фосфатного покрытия. Подготовка поверхности металлов перед фосфатированием. Последующая обработка фосфатных покрытий. Методы контроля защитных свойств фосфатных покрытий. Ускоренный метод определения защитной способности фосфатных покрытий. Аналитический контроль состава



фосфатирующих растворов. Основные неполадки процесса фосфатирования, причины их возникновения и способы устранения.

Назначение хроматных покрытий на цинке и кадмии. Теоретические основы процесса хроматирования. Состав хроматных пленок. Цвет хроматных пленок на цинке и кадмии. Стойкость хроматных покрытий различного цвета. Самозалечивание (саморегенерация) хроматных пленок. Составы растворов хроматирования. Проблемы при эксплуатации растворов пассивирования Zn и Cd. Совершенствование растворов в направлении замены Cr<sup>6+</sup>. Электрохимическое хроматирование. Хромирование. Достоинства и недостатки хромитных пленок.

*Раздел 3. Технологические особенности процессов нанесения конверсионных покрытий, контроль растворов и свойств покрытий в области электрохимических методов и процессов для биомедицинских целей*

Свойства, назначение и область применения оксидных покрытий. Виды оксидирования стали. Теоретические основы оксидирования стали. Масса, структура и состав оксидных покрытий. Составы оксидирующих растворов. Выбор оксидирующих растворов для конкретных целей. Цвет оксидной пленки. Электрохимическое оксидирование. Последующая обработка оксидных покрытий.

Механизм анодного оксидирования алюминия и его сплавов. Влияние режима анодирования на свойства оксидных покрытий. Состав оксидной пленки на алюминии. Способы оксидирования. Электрохимическое оксидирование. Электролиты для оксидирования алюминия и его сплавов. Два типа электролитов анодирования. Защитные и защитно-декоративные анодно-оксидные покрытия. Твёрдое анодирование. Анодные оксидные пленки как подслоя под нанесение гальванических покрытий. Эмалирование. Последующая обработка оксидных покрытий на алюминии. Окрашивание и уплотнение оксидных покрытий.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |           |              |
|--|------------------------|-----------|--------------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.  | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>            | <b>32</b> | <b>24,03</b> |
| Лекции   | 0,445                  | 16        | 12,015       |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,445                  | 16        | 12,015       |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,445                  | 16        | 12,015       |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,11</b>            | <b>40</b> | <b>30</b>    |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,11                   | 0,4       | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 39,6      | 29,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |           |              |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Неметаллические защитные покрытия»

**1 Цель дисциплины** – вооружить студентов знаниями теоретических основ формирования неметаллических защитных покрытий, а также практическими навыками их нанесения.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.5.

*Знать:*

- свойства, назначение и области применения фосфатных, оксидных, хроматных и прочих неметаллических покрытий;
- теоретические основы нанесения неметаллических защитных покрытий; механизмы зарождения и роста неметаллических слоев;
- способы осаждения неметаллических защитных покрытий;

– особенности предыдущих и последующих стадий процессов нанесения неметаллических защитных покрытий;

– виды последующей обработки неметаллических защитных покрытий.

*Уметь:*

– определять на основе экспериментальных исследований характеристики неметаллических защитных покрытий;

– применять полученную информацию для решения конкретных технологических задач.

*Владеть:*

– способами коррозионных испытаний неметаллических защитных покрытий;

– методиками исследования физико-механических свойств неметаллических защитных покрытий;

– способами интенсификации процессов нанесения неметаллических защитных покрытий.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Определение неметаллических защитных покрытий. Их разновидности, свойства, назначение. Теоретические основы их формирования*

Неметаллические защитные покрытия: определение, назначение и области применения неметаллических защитных покрытий. Требования к качеству неметаллических защитных покрытий и технологиям их нанесения. Общие закономерности формирования неметаллических защитных покрытий.

*Раздел 2. Основные технологические процессы нанесения неметаллических защитных покрытий: оксидирование, фосфатирование, хроматирование, пассивирование, современные виды неметаллических защитных покрытий*

История развития фосфатирования. Свойства, назначение и область применения фосфатных покрытий. Механизм формирования фосфатных покрытий. Кристаллическое и аморфное фосфатирование. Ускорители процесса фосфатирования. Электрохимическое фосфатирование. Масса, структура и состав фосфатных покрытий. Определение удельной массы фосфатного слоя и удельной массы стравившегося металла. Составы фосфатирующих растворов. Выбор фосфатирующих растворов для конкретных целей. Способы нанесения фосфатного покрытия. Подготовка поверхности металлов перед фосфатированием. Последующая обработка фосфатных покрытий. Методы контроля защитных свойств фосфатных покрытий. Ускоренный метод определения защитной способности фосфатных покрытий. Аналитический контроль состава фосфатирующих растворов. Основные неполадки процесса фосфатирования, причины их возникновения и способы устранения.

Назначение хроматных покрытий на цинке и кадмии. Теоретические основы процесса хроматирования. Состав хроматных пленок. Цвет хроматных пленок на цинке и кадмии. Стойкость хроматных покрытий различного цвета. Самозалечивание (саморегенерация) хроматных пленок. Составы растворов хроматирования. Проблемы при эксплуатации растворов пассивирования Zn и Cd. Совершенствование растворов в направлении замены Cr<sup>6+</sup>. Электрохимическое хроматирование. Хромирование. Достоинства и недостатки хромитных пленок.

*Раздел 3. Технологические особенности процессов нанесения неметаллических защитных покрытий, контроль растворов и свойств покрытий в области электрохимических методов и процессов для биомедицинских целей*

Свойства, назначение и область применения оксидных покрытий. Виды оксидирования стали. Теоретические основы оксидирования стали. Масса, структура и состав оксидных покрытий. Составы оксидирующих растворов. Выбор оксидирующих растворов для конкретных целей. Цвет оксидной пленки. Электрохимическое оксидирование. Последующая обработка оксидных покрытий.

Механизм анодного оксидирования алюминия и его сплавов. Влияние режима анодирования на свойства оксидных покрытий. Состав оксидной пленки на алюминии. Способы оксидирования. Электрохимическое оксидирование. Электролиты для оксидирования алюминия и его сплавов. Два типа электролитов анодирования. Защитные и защитно-декоративные анодно-оксидные покрытия. Твёрдое анодирование. Анодные оксидные пленки как подслой под нанесение гальванических покрытий. Эматалирование. Последующая обработка оксидных покрытий на алюминии. Окрашивание и уплотнение оксидных покрытий.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |           |              |
|--|------------------------|-----------|--------------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.  | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,89</b>            | <b>32</b> | <b>24,03</b> |
| Лекции   | 0,445                  | 16        | 12,015       |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,445                  | 16        | 12,015       |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,445                  | 16        | 12,015       |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,11</b>            | <b>40</b> | <b>30</b>    |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,11                   | 0,4       | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 39,6      | 29,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |           |              |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Оборудование для электрохимических технологий»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний конструкций оборудования, применяемого в электрохимических технологиях, включая гальваническое оборудование, оборудование для электролиза без выделения металлов, оборудование для электрохимической очистки и рекуперации промышленных стоков.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

*Знать:*

– типы электролизеров для процессов электролиза без выделения металлов, гальванических ванн и линий, оборудование для электрохимической очистки и рекуперации промышленных стоков, основные требования, предъявляемые к ним.

*Уметь:*

– подбирать и эксплуатировать оборудование для электрохимических технологий.

*Владеть:*

– техникой оценки неисправностей оборудования и способами его ремонта или замены.

#### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Оборудование для гальванических линий, предназначенных для нанесения защитных, защитно-декоративных и декоративных покрытий на различные детали*

Предпроектная проработка. Техническое обоснование (ТО) на проектирование и строительство промышленного объекта. Техничко-экономическое обоснование (ТЭО) как основной предпроектный документ. Задание на проектирование.

Проектный период. Одностадийное (техничко-рабочий проект) и двух стадийное (техничское проектирование и рабочие чертежи) проектирование. Состав технико-рабочего проекта. Порядок рассмотрения и согласования проекта. Экспертиза проекта. Порядок разработки технологической части проекта.

Порядок составления и выдачи исходных данных на проектирование новых, а также на расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий и производственных объектов.

*Раздел 2. Оборудование для специальных линий с целью нанесения покрытий на печатные платы, вывода и интегральные микросхемы, специальное оборудование для производства мастер-матриц для производства голограмм*

Назначение и свойства ванн. Назначение футеровки ванн. Основные параметры и размеры ванн, принципы рационального выбора типоразмеров ванн. Конструктивные особенности ванн. Конструктивные модули ванн. Обеспечение нагрева растворов: теплоносители, нагревательные устройства, расчёт змеевиков. Способы наполнения и слива воды в промывных ваннах.

Назначение подвесочных приспособлений и требования, предъявляемые к ним. Типы подвесок. Конструирование подвесочных приспособлений: основные размеры, подвесные крюки, ручки, контакты. Материалы для изготовления подвесочных приспособлений. Изоляция подвесок. Электрический расчёт подвесочных приспособлений. Принципы рационального размещения деталей на подвесках. Защитные приспособления. Хранение подвесочных приспособлений. Анодные корзины.

Особенности процесса обработки деталей насыпью. Конструктивные особенности, принципы действия, области применения, достоинства и недостатки оборудования для обработки деталей насыпью: колоколов наливного типа, колокольных ванн погружного типа, барабанов, корзинок-качалок, сеток (сетчатых корзин).

Перфорация, расчёт "живого" сечения. Расчёт режима работы колоколов, барабанов и качалок. Особенности переноса подвесок по ваннам на линиях с жёстким и гибким циклом.

Кареточные автоматические линии с жёстким циклом, области применения, порядок работы, принципиальные особенности их конструкции и принципа действия.

Автооператорные автоматические линии с программным управлением: области применения, порядок работы, принципиальные особенности их конструкции и принципа действия. Типовые автооператоры: их конструктивные особенности, области применения, достоинства и недостатки.

Шнековые линии: назначение и области применения, конструктивные особенности, порядок работы, достоинства и недостатки.

Фильтровальные установки: нутч-фильтры и фильтр-прессы. Конструктивные особенности, принципы действия, области применения, достоинства и недостатки.

Насосы: динамические и объёмные. Конструктивные особенности, принципы действия, области применения, достоинства и недостатки.

Сушильное оборудование: сушильные камеры, сушильные шкафы, центрифуги. Конструктивные особенности, принципы действия, области применения, достоинства и недостатки.

Преобразователи переменного тока в постоянный – полупроводниковые выпрямительные агрегаты. Номенклатура выпрямительных агрегатов, их сравнительные характеристики. Схема питания нескольких потребителей от одного выпрямителя.

*Раздел 3. Электролизеры и вспомогательное оборудование для производства органических и неорганических продуктов методом электролиза*

Факторы, определяющие выбор оборудования. Выбор или расчёт внутренних размеров ванн и их единовременной загрузки. Расчёт количества ванн для лимитирующих операций. Расчёт ритма работы линии, производительности и составление её компоновки.

Баланс напряжения на электролизёре, цель его составления. Расчёт составляющих баланса напряжения: напряжения разложения, омических потерь напряжения в электролите, электродах, диафрагме, учёт потерь напряжения в контактах и токоподводящих шинах. Особенности расчёта баланса напряжения для ванн металлопокрытий колокольного и барабанного типов.

Расчёт силы тока, потребляемой ваннами.

Принципы выбора типа и количества источников постоянного тока.

Тепловой баланс ванны: источники поступления тепла для нагрева ванны и причины потерь тепла. Расчёт составляющих теплового баланса. Расчёт джоулевой теплоты.

Упрощённые формулы расчёта количества теплоты, которое следует подводить к ванне. Расчёт расхода пара для нагрева ванн с использованием практических табличных значений.

Расчёт расхода сжатого воздуха для барботирования растворов и обдува деталей.

Расчёт расхода растворимых анодов. Частота смены нерастворимых анодов (катодов). Расчёт одноразовой загрузки анодов (катодов).

Материальный баланс расхода химикатов. Расчёт отдельных статей расхода химикатов: полезного расхода, технологически неизбежных потерь, расхода химикатов на приготовление растворов при запуске оборудования, расхода химикатов при смене отработанных растворов.

Особенности расчёта полезного расхода и технологически неизбежных потерь хромового ангидрида и цианистого натрия.

Назначение промывки. Требования к качеству воды, области применения водопроводной и дистиллированной воды. Требования к качеству промывки, предельно допустимые концентрации отмываемых веществ в промывной воде.

Способы и схемы промывки. Области применения промывки в горячей, тёплой и холодной воде. Порядок выбора схем промывки для линии.

Зависимость удельного уноса раствора поверхностью деталей от типа применяемых оборудования, растворов, времени выдержки деталей над ванной, свойств поверхности деталей и их расположения на подвесках. Расчёт кратности разбавления, расхода воды на промывку в общем виде и для часто встречающихся на практике схем промывки.

Мероприятия по сокращению расхода воды без капитальных затрат.

Назначение ванн улавливания, периодичность смены воды в них. Работа ванн улавливания без смены воды. Создание бессточных технологических операций.

Расчёт концентрации компонентов технологических растворов в промывных и сточной водах.

*Раздел 4. Оборудование для электрохимической очистки промышленных стоков, регенерации и рекуперации технологических растворов электрохимических производств.*

*Электрохимические процессы и их организация*

Классификация методов и оборудования для электрохимической очистки. Электролиз. Мембранный электролиз. Электрофлотация. Электроркоагуляция. Электрокорректирование pH. Электрохимическая деструкция. Электроионирование. Электрохимическое обеззараживание.

Методика расчета оборудования для электрохимической очистки сточных вод.

Мероприятия, уменьшающие образование и содержание вредных веществ в сточных водах электрохимических производств.

Электрохимическое оборудование для регенерации и рекуперации растворов и электролитов электрохимических производств. Организация процессов локальной очистки сточных вод, регенерации и рекуперации растворов и электролитов электрохимических производств.

Общие вопросы проектирования водоочистных комплексов. Системы и технологические схемы водоочистных комплексов. Выбор системы, технологической схемы и оборудования для электрохимической очистки промышленных стоков, регенерации и рекуперации технологических растворов электрохимических производств. Основное и вспомогательное оборудование.

Автоматизация управления процессами электрохимической очистки стоков. Технические средства контроля, регулирования и управления.

Составление генерального плана и схемы высотного расположения оборудования. Компоновка оборудования.

Перспективы развития и совершенствования технологий и оборудования для электрохимической очистки промышленных стоков, регенерации и рекуперации технологических растворов электрохимических производств.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

| 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>1,33</b>            | <b>48</b> | <b>36</b> |
| Лекции   | 0,89                   | 32        | 24        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44                   | 16        | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>0,67</b>            | <b>24</b> | <b>18</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 0,67                   | 0,4       | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 23,6      | 17,7      |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |           |           |
| <b>Курсовая работа</b>                         | +                      |           |           |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |           |           |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Оборудование для производства ХИТ»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний по типовому оборудованию производства ХИТ, а также основ проектирования цехов электрохимических производств.

### **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

*Знать:*

- типы электрохимических реакторов и гальванических ванн, основные требования, предъявляемые к ним, рациональные принципы завешивания деталей в ваннах, способы нагрева растворов;

- оборудование для обработки мелких деталей;
- типы и конструктивные особенности автоматических линий;
- вспомогательное оборудование;
- способы организации вентиляции гальванического цеха;
- принципы выбора оптимальной системы промывки деталей.

*Уметь:*

- выполнять расчёты потребного количества ванн, количества материалов, химикатов, воды, электроэнергии, сжатого воздуха и пара, необходимых для выполнения производственной программы, а также расчёты вентиляционных систем, количественного и качественного состава сточных вод;

- составлять материальный и тепловой балансы электрохимических реакторов, а также баланс напряжения.

*Владеть:*

- способами и приёмами составления компоновки производственных линий;
- способами и приёмами организации электрохимических цехов.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Введение. Общие положения о проектировании промышленных объектов*

Предпроектная проработка. Техническое обоснование (ТО) на проектирование и строительство промышленного объекта. Техничко-экономическое обоснование (ТЭО) как основной предпроектный документ. Задание на проектирование.

Проектный период. Одностадийное (техничко-рабочий проект) и двух стадийное (техничское проектирование и рабочие чертежи) проектирование. Состав технико-рабочего проекта. Порядок рассмотрения и согласования проекта. Экспертиза проекта. Порядок разработки технологической части проекта.

Порядок составления и выдачи исходных данных на проектирование новых, а также на расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий и производственных объектов.

*Раздел 1. Оборудование электрохимических производств*

#### **1.1. Типы и конструкции ванн**

Назначение и свойства ванн. Назначение футеровки ванн. Основные параметры и размеры ванн, принципы рационального выбора типоразмеров ванн. Конструктивные особенности ванн. Конструктивные модули ванн. Обеспечение нагрева растворов: теплоносители, нагревательные устройства, расчёт змеевиков. Способы наполнения и слива воды в промывных ваннах.

**1.2. Типы и конструкции подвесочных приспособлений, принципы рационального размещения деталей на подвесках, защитные приспособления**

Назначение подвесочных приспособлений и требования, предъявляемые к ним. Типы подвесок. Конструирование подвесочных приспособлений: основные размеры, подвесные крюки, ручки, контакты. Материалы для изготовления подвесочных приспособлений. Изоляция подвесок.

Электрический расчёт подвесочных приспособлений. Принципы рационального размещения деталей на подвесках. Защитные приспособления. Хранение подвесочных приспособлений. Анодные корзины.

### 1.3. Оборудование для гальванической обработки мелких деталей насыпью

Особенности процесса обработки деталей насыпью. Конструктивные особенности, принципы действия, области применения, достоинства и недостатки оборудования для обработки деталей насыпью: колоколов наливного типа, колокольных ванн погружного типа, барабанов, корзинок-качалок, сеток (сетчатых корзин).

Перфорация, расчёт "живого" сечения. Расчёт режима работы колоколов, барабанов и качалок.

### 1.4. Кареточные, автооператорные и шнековые гальванические линии, типы автооператоров

Особенности переноса подвесок по ваннам на линиях с жёстким и гибким циклом.

Кареточные автоматические линии с жёстким циклом, области применения, порядок работы, принципиальные особенности их конструкции и принципа действия.

Автооператорные автоматические линии с программным управлением: области применения, порядок работы, принципиальные особенности их конструкции и принципа действия. Типовые автооператоры: их конструктивные особенности, области применения, достоинства и недостатки.

Шнековые линии: назначение и области применения, конструктивные особенности, порядок работы, достоинства и недостатки.

### 1.5. Вспомогательное оборудование: фильтровальные установки, насосы, сушильное оборудование, источники постоянного тока

Фильтровальные установки: нутч-фильтры и фильтр-прессы. Конструктивные особенности, принципы действия, области применения, достоинства и недостатки.

Насосы: динамические и объёмные. Конструктивные особенности, принципы действия, области применения, достоинства и недостатки.

Сушильное оборудование: сушильные камеры, сушильные шкафы, центрифуги. Конструктивные особенности, принципы действия, области применения, достоинства и недостатки.

Преобразователи переменного тока в постоянный – полупроводниковые выпрямительные агрегаты. Номенклатура выпрямительных агрегатов, их сравнительные характеристики. Схема питания нескольких потребителей от одного выпрямителя.

## *Раздел 2. Материальный, энергетический и конструктивный расчёт основного оборудования*

### 2.1. Выбор типа технологического оборудования и расчёт его количества, составление компоновки гальванической линии

Факторы, определяющие выбор оборудования. Выбор или расчёт внутренних размеров ванн и их единовременной загрузки. Расчёт количества ванн для лимитирующих операций. Расчёт ритма работы линии, производительности и составление её компоновки.

### 2.2. Расчёт баланса напряжения электрохимического аппарата,

выбор источников постоянного тока

Баланс напряжения на электролизёре, цель его составления. Расчёт составляющих баланса напряжения: напряжения разложения, омических потерь напряжения в электролите, электродах, диафрагме, учёт потерь напряжения в контактах и токоподводящих шинах. Особенности расчёта баланса напряжения для ванн металлопокрытий колокольного и барабанного типов.

Расчёт силы тока, потребляемой ваннами.

Принципы выбора типа и количества источников постоянного тока.

### 2.3. Расчёт расхода пара и сжатого воздуха

Тепловой баланс ванны: источники поступления тепла для нагрева ванны и причины потерь тепла. Расчёт составляющих теплового баланса. Расчёт джоулевой теплоты.

Упрощённые формулы расчёта количества теплоты, которое следует подводить к ванне. Расчёт расхода пара для нагрева ванн с использованием практических табличных значений.

Расчёт расхода сжатого воздуха для барботирования растворов и обдува деталей.

### 2.4. Расчёт расхода анодов и химикатов

Расчёт расхода растворимых анодов. Частота смены нерастворимых анодов (катодов). Расчёт одноразовой загрузки анодов (катодов).

Материальный баланс расхода химикатов. Расчёт отдельных статей расхода химикатов: полезного расхода, технологически неизбежных потерь, расхода химикатов на приготовление растворов при запуске оборудования, расхода химикатов при смене отработанных растворов.

Особенности расчёта полезного расхода и технологически неизбежных потерь хромового ангидрида и цианистого натрия.

2.5. Характеристики систем промывки, принципы выбора схем промывки. расчёт расхода воды на промывку и концентраций загрязнений в сточных водах

Назначение промывки. Требования к качеству воды, области применения водопроводной и дистиллированной воды. Требования к качеству промывки, предельно допустимые концентрации отмываемых веществ в промывной воде.

Способы и схемы промывки. Области применения промывки в горячей, тёплой и холодной воде. Порядок выбора схем промывки для линии.

Зависимость удельного уноса раствора поверхностью деталей от типа применяемых оборудования, растворов, времени выдержки деталей над ванной, свойств поверхности деталей и их расположения на подвесках. Расчёт кратности разбавления, расхода воды на промывку в общем виде и для часто встречающихся на практике схем промывки.

Мероприятия по сокращению расхода воды без капитальных затрат.

Назначение ванн улавливания, периодичность смены воды в них. Работа ванн улавливания без смены воды. Создание бессточных технологических операций.

Расчёт концентрации компонентов технологических растворов в промывных и сточной водах.

### *Раздел 3. Организация электрохимического производства*

3.1. Воздушная среда помещений гальванических цехов. Общеобменная и местная вентиляция. Расчёт объёма отсасываемого воздуха

Параметры микроклимата в гальванических цехах. Источники выделения вредных веществ в атмосферу гальванического цеха. Технологические мероприятия, уменьшающие выделение вредных веществ.

Общеобменная вентиляция: назначение и требования.

Местная вентиляция: типы отсасывающих устройств, их области применения, достоинства и недостатки. Схемы бортовых отсосов.

Расчёт объёма отсасываемого воздуха с учётом разности температур раствора и воздуха в помещении, токсичности и интенсивности выделения вредных веществ, типа отсоса, воздушного перемешивания раствора, укрытия поверхности "зеркала" раствора поплавками или пенным слоем.

Основные параметры, которые необходимо учитывать при проектировании и организации местной вентиляции.

3.2. Требования к производственным помещениям. Планировка производственных помещений и размещение оборудования

Состав производственной и вспомогательной площадей гальванического цеха. Требования к производственным помещениям. Двухуровневое размещение цехов металлопокрытий: первый и второй этажи или первый этаж и подвал. Достоинства и недостатки каждого способа компоновки цеха.

Высота пролётов и сетка колонн. Нагрузка на перекрытие. Категория цеха металлопокрытий по взрывопожарной и пожарной опасности, класс помещений по взрывоопасности.

Размещение оборудования в плане и по вертикали. Нормы ширины проходов и цеховых проездов, а также расстояния между оборудованием, выпрямителями и элементами зданий. Организация грузопотоков.

Планировка производственных помещений в цехах.

## **4 Объем учебной дисциплины**

| 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>1,33</b>      | <b>48</b> | <b>36</b> |



|                               |             |           |           |
|-------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| Лекции                        | 0,89        | 32        | 24        |
| Практические занятия (ПЗ)     | 0,44        | 16        | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b> | <b>0,67</b> | <b>24</b> | <b>18</b> |

|  |                 |      |      |
|--|-----------------|------|------|
| Контактная самостоятельная работа            | 0,67            | 0,4  | 0,3  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                 | 23,6 | 17,7 |
| <b>Вид контроля:</b>                         |                 |      |      |
| <b>Курсовая работа</b>                       | +               |      |      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | Зачет с оценкой |      |      |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Функциональные гальванические покрытия и гальванопластика»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций по различным методам и типовым технологиям получения материалов с новыми свойствами путем автокаталитического формирования на непроводящей подложке металлического слоя, по технологиям производства печатных плат, а также основным принципам получения изделий методом гальванопластики.

### **2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.5.

#### *Знать:*

- научно-техническую и справочную литературу по вопросам, связанным с химическими и другими способами металлизации диэлектриков, процессами гальванопластического изготовления металлических изделий;
- составы растворов и электролитов, применяемых в вышеуказанных технологиях;
- принципы модификации поверхностей перед химической металлизацией диэлектриков или гальваническим наращиванием металла,
- принципы разработки печатных плат и конструирования форм для гальванопластики.

#### *Уметь:*

- выбирать оптимальные технологии химической металлизации для заданных условий эксплуатации изделий,
- разрабатывать новые процессы химической металлизации и гальванопластики с учетом современных достижений науки и техники.

#### *Владеть:*

- основными вопросами методологии химической металлизации диэлектриков, гальванопластики и изготовления печатных плат,
- методами технического контроля растворов и электролитов, а также свойств полученных покрытий или изделий.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Способы металлизации диэлектриков. Основные закономерности, механизмы процессов гальвано-химической металлизации диэлектриков*

Назначение металлизации. Способы металлизации пластмасс и неорганических диэлектриков. Подготовка поверхности перед металлизацией.

*Раздел 2. Процессы предварительной подготовки металлов и диэлектриков перед химической металлизацией*

Сенсибилизирование. Активирование. Химическое меднение. Химическое никелирование. Химическое серебрение. Электролитические покрытия. Избирательная металлизация. Качество металлизации: внешний вид, прочность, стойкость.

*Раздел 3. Основные технологические процессы: химического меднения, никелирования, осаждения драгоценных металлов, методы селективного нанесения покрытий*

Изготовление печатных плат. Общие сведения. Подготовка поверхности фольги или диэлектрика. Химическое меднение. Гальванические покрытия. Травление меди. Горячее лужение. Оплавление припоя ПОС. Изготовление знаков, изображений и функциональных элементов в покрытиях. Маскирование поверхности. Формирование рельефа покрытия или детали.

*Раздел 4. Основы производства печатных плат и гальванопластического производства, применение процессов, технический контроль*

Конструирование и изготовление форм. Металлические формы. Неметаллические формы. Комбинированные формы. Подготовка форм к нанесению проводящих или разделительных слоев. Нанесение проводящего слоя на неметаллические формы. Механическое нанесение разделительных слоев. Химическое нанесение разделительных слоев. Электрохимическое образование разделительных слоев. Самопроизвольное образование разделительных слоев. Электроосаждение слоя металла. Осаждение меди. Осаждение никеля. Осаждение железа. Осаждение кобальта. Осаждения сплавов. Электроосаждение композиционных материалов. Электроосаждение алюминия. Электролиз расплавленных сред. Обработка тыльной стороны наращенного металла. Отделение готового изделия от формы. Оборудование для гальванопластики.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

| 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>1,11</b>            | <b>40</b>  | <b>30</b> |
| Лекции   | 0,44                   | 16         | 12        |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,67                   | 24         | 18        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,67                   | 24         | 18        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,89</b>            | <b>68</b>  | <b>51</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,89                   | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 67,6       | 50,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Новые конструкционные материалы в гальванотехнике»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций по различным методам и типовым технологиям получения материалов с новыми свойствами путем автокаталитического формирования на непроводящей подложке металлического слоя, по технологиям производства печатных плат, а также основным принципам получения изделий методом гальванопластики.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.5.

*Знать:*

- научно-техническую и справочную литературу по вопросам, связанным с химическими и другими способами металлизации диэлектриков, процессами гальванопластического изготовления металлических изделий;

- составы растворов и электролитов, применяемых в вышеуказанных технологиях;

- принципы модификации поверхностей перед химической металлизацией диэлектриков или гальваническим наращиванием металла,

- принципы разработки печатных плат и конструирования форм для гальванопластики.

*Уметь:*

- выбирать оптимальные технологии химической металлизации для заданных условий эксплуатации изделий,

- разрабатывать новые процессы химической металлизации и гальванопластики с учетом современных достижений науки и техники.

*Владеть:*

- основными вопросами методологии химической металлизации диэлектриков, гальванопластики и изготовления печатных плат,

– методами технического контроля растворов и электролитов, а также свойств полученных покрытий или изделий.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Способы металлизации диэлектриков. Основные закономерности, механизмы процессов гальвано-химической металлизации диэлектриков*

Назначение металлизации. Способы металлизации пластмасс и неорганических диэлектриков. Подготовка поверхности перед металлизацией.

*Раздел 2. Процессы предварительной подготовки металлов и диэлектриков перед химической металлизацией*

Сенсибилизирование. Активирование. Химическое меднение. Химическое никелирование. Химическое серебрение. Электролитические покрытия. Избирательная металлизация. Качество металлизации: внешний вид, прочность, стойкость.

*Раздел 3. Основные технологические процессы: химического меднения, никелирования, осаждения драгоценных металлов, методы селективного нанесения покрытий*

Изготовление печатных плат. Общие сведения. Подготовка поверхности фольги или диэлектрика. Химическое меднение. Гальванические покрытия. Травление меди. Горячее лужение. Оплавление припоя ПОС. Изготовление знаков, изображений и функциональных элементов в покрытиях. Маскирование поверхности. Формирование рельефа покрытия или детали.

*Раздел 4. Основы производства печатных плат и гальванопластического производства, применение процессов, технический контроль*

Конструирование и изготовление форм. Металлические формы. Неметаллические формы. Комбинированные формы. Подготовка форм к нанесению проводящих или разделительных слоев. Нанесение проводящего слоя на неметаллические формы. Механическое нанесение разделительных слоев. Химическое нанесение разделительных слоев. Электрохимическое образование разделительных слоев. Самопроизвольное образование разделительных слоев. Электроосаждение слоя металла. Осаждение меди. Осаждение никеля. Осаждение железа. Осаждение кобальта. Осаждения сплавов. Электроосаждение композиционных материалов. Электроосаждение алюминия. Электролиз расплавленных сред. Обработка тыльной стороны наращенного металла. Отделение готового изделия от формы. Оборудование для гальванопластики.

### **4 Объем учебной дисциплины**

| 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>1,11</b>            | <b>40</b>  | <b>30</b> |
| Лекции   | 0,44                   | 16         | 12        |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,67                   | 24         | 18        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,67                   | 24         | 18        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,89</b>            | <b>68</b>  | <b>51</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,89                   | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 67,6       | 50,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Практикум по электрохимическим процессам»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися углубленных знаний и компетенций, получение и закрепление профессиональных умений и навыков в области проведения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой научных исследований.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-6.1, ПК-6.2.

*Знать:*

- порядок планирования, проведения и обеспечения электрохимических экспериментов;
- методы математического анализа и моделирования экспериментального исследования;
- научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

*Уметь:*

- использовать современные информационные технологии, в том числе сетевые компьютерные технологии и базы данных при планировании и проведении электрохимических экспериментов;
- проводить обработку результатов экспериментов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю научных исследований, в том числе с применением Internet-технологий.

*Владеть:*

- идеологией электрохимических методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Исследования в области электроосаждения металлов и сплавов, в том числе композиционных покрытий*

Разработка составов растворов и технологических параметров электролитического осаждения металлов, сплавов и композиционных покрытий. Измерение толщины покрытий. Определение пористости.

Испытание покрытий на адгезионную прочность. Испытания покрытий на износ.

Измерение блеска покрытий и степени шероховатости.

Измерение твердости покрытий. Испытания покрытий на растяжение.

Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Методы контроля защитных свойств неметаллических неорганических покрытий.

*Раздел 2. Исследования в области коррозионных процессов и защиты от коррозии*

Зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ).

Атомно-силовая микроскопия (АСМ), электросиловая микроскопия (ЭСМ), магнитно-силовая микроскопия (МСМ).

Оптические методы исследования материалов. Ближнепольная оптическая микроскопия (БОМ), конфокальная микроскопия, эллипсометрия.

Рентгеновские методы исследования материалов. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС), Оже-спектроскопия, рентгенофлуоресцентная спектроскопия.

*Раздел 3. Исследования в области электрохимической энергетики и электросинтеза*

Синтез катализаторов и обработка углеродных материалов для получения электродных материалов химических источников тока. Функционализация углеродных материалов. Электрохимические методы исследования электродных реакций в химических источниках тока. Циклическая вольтамперометрия, вращающийся дисковый электрод

Разработка и исследование суперконденсаторов. Материалы электродов и ионные жидкости.

Исследование процессов электрохимического генерирования электроэнергии с помощью ионистора.

Исследование влияния природы медиаторов и функциональных групп на электрохимические превращения органических соединений. Циклическая вольтамперометрия. Полярография на твердых электродах.

*Раздел 4. Исследования в области очистки сточных вод гальванических производств, регенерации и утилизации техногенных отходов методами электрохимии*

Исследование электрофлотационного процесса извлечения ПАВ, органических композиций из водных растворов. Анализ современных технологий очистки сточных вод производства печатных плат. Исследование влияния заряда и размера частиц на процессы флотации и фильтрации.

Методы ХПК, атомно-абсорбционной спектрометрии, масс-спектрометрии с индукционно-связанной плазмой, спектрофотометрии для качественного и количественного контроля при регенерации и утилизации техногенных отходов.

*Раздел 5. Исследования в области электрохимических методов и процессов для биомедицинских целей*

Электрохимически управляемая гемосорбционная детоксикация. Циклическая вольтамперометрия в плазме крови пациентов. Диагностика с помощью измерения редокс-потенциалов в биологических средах. Электрохимический метод оценки деформируемости мембраны эритроцита. Электрохимический синтез растворов для непрямого электрохимического окисления с целью детоксикации организма.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| 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</b>               | <b>72</b>  | <b>54</b> |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 2                      | 72         | 54        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 2                      | 72         | 54        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1</b>               | <b>36</b>  | <b>27</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1                      | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 35,6       | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Научные исследования в технологии электрохимических производств»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися углубленных знаний и компетенций, получение и закрепление профессиональных умений и навыков в области проведения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой научных исследований.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-6.1, ПК-6.2.

*Знать:*

- порядок планирования, проведения и обеспечения электрохимических экспериментов;
- методы математического анализа и моделирования экспериментального исследования;
- научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

*Уметь:*

- использовать современные информационные технологии, в том числе сетевые компьютерные технологии и базы данных при планировании и проведении электрохимических экспериментов;
- проводить обработку результатов экспериментов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю научных исследований, в том числе с применением Internet-технологий.

*Владеть:*

- идеологией электрохимических методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода.

### 3 Краткое содержание дисциплины

*Раздел 1. Исследования в области электроосаждения металлов и сплавов, в том числе композиционных покрытий*

Разработка составов растворов и технологических параметров электролитического осаждения металлов, сплавов и композиционных покрытий. Измерение толщины покрытий. Определение пористости.

Испытание покрытий на адгезионную прочность. Испытания покрытий на износ.

Измерение блеска покрытий и степени шероховатости.

Измерение твердости покрытий. Испытания покрытий на растяжение.

Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Методы контроля защитных свойств неметаллических неорганических покрытий.

*Раздел 2. Исследования в области коррозионных процессов и защиты от коррозии*

Зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ).

Атомно-силовая микроскопия (АСМ), электросиловая микроскопия (ЭСМ), магнитно-силовая микроскопия (МСМ).

Оптические методы исследования материалов. Ближнепольная оптическая микроскопия (БОМ), конфокальная микроскопия, эллипсометрия.

Рентгеновские методы исследования материалов. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС), Оже-спектроскопия, рентгенофлуоресцентная спектроскопия.

*Раздел 3. Исследования в области электрохимической энергетики и электросинтеза*

Синтез катализаторов и обработка углеродных материалов для получения электродных материалов химических источников тока. Функционализация углеродных материалов. Электрохимические методы исследования электродных реакций в химических источниках тока. Циклическая вольтамперометрия, вращающийся дисковый электрод

Разработка и исследование суперконденсаторов. Материалы электродов и ионные жидкости.

Исследование процессов электрохимического генерирования электроэнергии с помощью ионистора.

Исследование влияния природы медиаторов и функциональных групп на электрохимические превращения органических соединений. Циклическая вольтамперометрия. Полярография на твердых электродах.

*Раздел 4. Исследования в области очистки сточных вод гальванических производств, регенерации и утилизации техногенных отходов методами электрохимии*

Исследование электрофлотационного процесса извлечения ПАВ, органических композиций из водных растворов. Анализ современных технологий очистки сточных вод производства печатных плат. Исследование влияния заряда и размера частиц на процессы флотации и фильтрации.

Методы ХПК, атомно-абсорбционной спектрометрии, масс-спектрометрии с индукционно-связанной плазмой, спектрофотометрии для качественного и количественного контроля при регенерации и утилизации техногенных отходов.

*Раздел 5. Исследования в области электрохимических методов и процессов для биомедицинских целей*

Электрохимически управляемая гемосорбционная детоксикация. Циклическая вольтамперометрия в плазме крови пациентов. Диагностика с помощью измерения редокс-потенциалов в биологических средах. Электрохимический метод оценки деформируемости мембраны эритроцита. Электрохимический синтез растворов для непрямого электрохимического окисления с целью детоксикации организма.

### 4 Объем учебной дисциплины

| 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</b>         | <b>72</b>  | <b>54</b> |

|  |                        |           |           |
|--|------------------------|-----------|-----------|
| Лабораторные работы (ЛР)                     | 2                      | 72        | 54        |
| в том числе в форме практической подготовки  | 2                      | 72        | 54        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                | <b>1</b>               | <b>36</b> | <b>27</b> |
| Контактная самостоятельная работа            | 1                      | 0,4       | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                        | 35,6      | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет с оценкой</b> |           |           |

## 5.4 Практика

### Аннотация рабочей программы Учебной практики: ознакомительная практика

**1 Цель практики** – получение студентами общих представлений об основных типах химико-технологических процессов, знакомство с работой основных приборов и оборудования для технологических исследований, а также получение первичных профессиональных умений и навыков самостоятельного творческого выполнения задач практики.

**2 В результате прохождения практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК-1.8, ОПК-1.9, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-2.5, ОПК-2.6, ОПК-2.7, ОПК-2.8, ОПК-2.9, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-3.6, ОПК-3.7, ОПК-3.8, ОПК-3.9, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.6, ОПК-4.7, ОПК-4.8, ОПК-4.9, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-5.6, ОПК-1.10, ОПК-1.11, ОПК-2.10, ОПК-2.11, ОПК-3.10, ОПК-3.11, ОПК-3.12, ОПК-3.13, ОПК-3.14, ОПК-3.15, ОПК-3.16, ОПК-3.17, ОПК-3.18, ОПК-4.10, ОПК-4.11, ОПК-4.12, ОПК-4.13, ОПК-4.14, ОПК-4.15, ОПК-4.16; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3.

*Знать:*

- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий, представлений об организации химического производства;

- основное оборудование, применяемое в научных исследованиях и химической технологии и принцип его действия,

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;

- использовать современные приборы и методики по профилю программы бакалавриата, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты.

*Владеть:*

- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы бакалавриата;

- первоначальными навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии;

- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации химического производства;

- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.

### **3 Краткое содержание практики**

*Раздел 1. Знакомство с организацией и осуществлением научно-исследовательской деятельности*

Правила техники безопасности в химической лаборатории. Принципы организации научно-исследовательской. Современные приборы, принцип их работы и методы анализа, используемые в научной деятельности по профилю программы бакалавриата.



## Раздел 2. Знакомство с производственной деятельностью в химической технологии

Номенклатура продуктов химического производства. Основные производственные процессы в соответствии с технологической схемой предприятия. Основные параметры производственных процессов и работы технологического оборудования. Методы контроля и управления технологическими процессами. Контроль качества готовой продукции.

## Раздел 3. Систематизация материала, подготовка отчета

Сбор, обработка и систематизация информационного материала. Оформление отчета. Требования, предъявляемые к написанию и представлению отчета.

Конкретное содержание учебной практики определяется индивидуальным заданием обучающегося с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю изучаемой программы бакалавриата.

### 4 Объем практики

| 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>Самостоятельная работа</b>                | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>81</b> |
| Контактная самостоятельная работа            | 3                      | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                        | 107,6      | 80,7      |
| в том числе в форме практической подготовки  |                        | 107,6      | 80,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

### **Аннотация рабочей программы Производственной практики: технологическая (проектно-технологическая) практика**

**1 Цель практики** – практическое ознакомление со структурой предприятия, с основным технологическим оборудованием и изучение процессов производства основных видов металлических и неметаллических материалов, покрытий, а также химической продукции электрохимическими методами.

#### **2 В результате прохождения практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.6, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-5.1, ПК-6.1, ПК-6.2.

#### *Знать:*

- технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое при получении металлических покрытий на деталях и изделиях и оксидировании поверхности, а также синтеза различных химических продуктов электрохимическими методами;

- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;

- основные нормативные документы по стандартизации и оборудования и сертификации продукции;

- правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия.

#### *Уметь:*

- использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса гальвано-химической обработки поверхности или электрохимического синтеза химических продуктов;

- анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.

#### *Владеть:*

- методами подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;

- методами осуществления технологического процесс в соответствии с регламентом.

### 3 Краткое содержание практики

*Раздел 1. Ознакомление со структурой предприятия и технологией производства по нанесению металлических и неметаллических покрытий, а также получения химической продукции электрохимическими методами*

Общая характеристика предприятия. Номенклатура и объемы выпускаемой продукции. Методы производства. Принципиальная технологическая схема производства продукции. Структура предприятия, основные производственные цеха и отделения. Характеристики основного оборудования.

*Раздел 2. Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на конкретном предприятии по нанесению металлических и неметаллических покрытий, а также получения химической продукции электрохимическими методами. Выполнение индивидуального задания*

Основные производственные процессы в соответствии с технологической схемой предприятия. Основные параметры производственных процессов и работы технологического оборудования. Методы контроля и управления технологическими процессами. Контроль качества готовой продукции.

Выполнение индивидуального задания.

*Раздел 3. Систематизация материала, подготовка отчета*

Обобщение и систематизация данных по структуре, технологии производства, применяемому оборудованию, выпускаемой предприятием продукции, методам и формам контроля продукции. Поиск и сбор недостающих данных. Подготовка и написание отчета. Подготовка и написание отчета по выполнению индивидуального задания.

### 4 Объем практики

| 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>Самостоятельная работа</b>   | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>81</b> |
| Контактная самостоятельная работа   | 3                      | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины<br>в том числе в форме практической подготовки |                        | 107,6      | 80,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>  | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

### **Аннотация рабочей программы Производственной практики: научно-исследовательская работа**

**1 Цель практики** – формирование профессиональных компетенций и приобретение навыков в области электрохимических процессов посредством планирования и осуществления экспериментальной научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки **18.03.01**

#### **Химическая технология**

**2 В результате прохождения практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-1.1, УК-1.4, УК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.5.

*Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- теоретические основы электрохимических процессов;
- свойства химических элементов, соединений и электродных материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач.

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах для электрохимических исследований, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;
- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.

*Владеть:*

- основными навыками организации научно-исследовательских и технологических экспериментов;
- методами поиска и изучения научно-технической информации по тематике исследования.

### **3 Краткое содержание практики**

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

1.1 Выполнение научных исследований. Участие в составлении и обсуждении программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе. Участие в формулировании 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 научного доклада и презентации.

### **4 Объем практики**

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

### **Аннотация рабочей программы Производственной практики: преддипломной практики**

**1 Цель практики** – закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в процессе обучения по программе бакалавриата; приобретение практического опыта работы с источниками научно-технической информации, опыта постановки и выполнения научно-исследовательских и проектных задач; овладение методологией и методами обработки результатов исследования; сбор, подготовка и анализ материалов по тематике выпускной квалификационной работы.

**2 В результате прохождения практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.5.

*Знать:*

- основы организации и методологию научных исследований;
- современные научные концепции технологии;
- структуру и методы управления современным производством.

*Уметь:*

- работать с текстами научных статей отечественных и зарубежных научных журналов,

пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять результаты научных исследований;  
- использовать полученные теоретические знания для постановки задач исследования.

*Владеть:*

- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций.

### **3 Краткое содержание практики**

*Раздел 1. Введение – цели и задачи преддипломной практики*

Цели и задачи преддипломной практики. Организационно-методические мероприятия.

*Раздел 2. Организация и осуществление научно-исследовательской и производственной деятельности*

Принципы, технологии, формы и методы организации научно-исследовательской деятельности на примере организации научной работы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы). Принципы, технологии, формы и методы обучения студентов на примере организации учебной работы кафедры.

*Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы. Оформление отчета*

Сбор, обработка и систематизация информационного материала. Оформление отчета. Личное участие обучающегося в выполнении научно-исследовательской работы кафедры.

Подготовка материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

### **4 Объем практики**

| Вид учебной работы                           | Объем дисциплины       |            |            |
|--|------------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>9</b>               | <b>324</b> | <b>243</b> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                | <b>9</b>               | <b>324</b> | <b>243</b> |
| Контактная самостоятельная работа            |                        | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 9                      | 323,6      | 242,7      |
| в том числе в форме практической подготовки  |                        | 323,6      | 242,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

### **5.5 Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО)**

**1 Цель государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты 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 по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**.

**2 В результате прохождения государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты выпускной квалификационной работы у студента проверяется сформированность следующих компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности.**

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими компетенциями:

УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-2.6, УК-2.7, УК-2.8, УК-2.9, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-4.5, УК-4.6, УК-4.7, УК-4.8, УК-4.9, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-5.6, УК-5.7, УК-5.8, УК-5.9, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-6.6, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-8.5, УК-8.6, УК-8.7, УК-8.8, УК-8.9, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, УК-2.10, УК-5.10, УК-5.11, УК-5.12, УК-5.13, УК-5.14, ОПК-1.1,

ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК-1.8, ОПК-1.9, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-2.5, ОПК-2.6, ОПК-2.7, ОПК-2.8, ОПК-2.9, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-3.6, ОПК-3.7, ОПК-3.8, ОПК-3.9, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.6, ОПК-4.7, ОПК-4.8, ОПК-4.9, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-5.6, ОПК-1.10, ОПК-1.11, ОПК-2.10, ОПК-2.11, ОПК-3.10, ОПК-3.11, ОПК-3.12, ОПК-3.13, ОПК-3.14, ОПК-3.15, ОПК-3.16, ОПК-3.17, ОПК-3.18, ОПК-4.10, ОПК-4.11, ОПК-4.12, ОПК-4.13, ОПК-4.14, ОПК-4.15, ОПК-4.16, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-5.5, ПК-5.6, УК-3.5, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3

*Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- основы и закономерности электрохимических процессов осаждения металлов и оксидирования поверхности;
- физико-химические основы электросинтеза органических и неорганических веществ, применять эти знания на практике;
- основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада.

*Уметь:*

- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты.

*Владеть:*

- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;
- навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем;
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.

### **3 Краткое содержание государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО)**

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы проходит в 8 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления **18.03.01 Химическая технология** и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) и присвоения квалификации «бакалавр».

### **4 Объем государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты выпускной квалификационной работы**

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8 семестре (4 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области традиционных и новых конкурентоспособных процессов в технологии электрохимических производств.

| Виды учебной работы                             | В зачетных единицах | В академ. часах |
|---|---------------------|-----------------|
| <b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b> | <b>6</b>            | <b>216</b>      |
| <b>Контактная работа (КР):</b>                  | -                   | -               |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>             | <b>6</b>            | <b>216</b>      |
| Контактная работа – итоговая аттестация         | 6                   | 0,67            |
| Выполнение, написание и оформление ВКР          | 6                   | 215,36          |
| <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</b>            | <b>162</b>        |
| <b>Контактная работа (КР):</b>                  | -                   | -                 |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>             | <b>6</b>            | <b>162</b>        |
| Контактная работа – итоговая аттестация         | 6                   | 0,5               |
| Выполнение, написание и оформление ВКР          | 6                   | 161,5             |
| <b>Вид контроля:</b>                            | <b>защита ВКР</b>   |                   |

## 5.6 Факультативы

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Перевод научно-технической литературы»

**1. Цель дисциплины** — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-4.9

*Знать:*

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

*уметь:*

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

*владеть:*

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

**3. Краткое содержание дисциплины**

## *Раздел 1. Основные лексические и стилистические закономерности перевода научно-технической литературы*

1.1 Лексические закономерности научно-технического перевода. Смысловый анализ научно-технического текста и его сегментация. Стилистические особенности научно-технических текстов. Преодоление трудностей, связанных с расхождением синтаксических структур иностранного и русского технических текстов.

1.2 Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод слов, установление значения слова. Перевод свободных и фразеологических словосочетаний. Перевод заголовков текстов и статей

1.3 Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Химическая лаборатория» «Измерения в химии».

1.4. Лексические трансформации при переводе текстов по тематике химии и химической технологии.

## *Раздел 2. Основные грамматические особенности перевода*

2.1. Особенности перевода предложений во времена Indefinite, Continuous., Perfect, Perfect Continuous на примере перевода текстов по тематике химической технологии Перевод придаточных предложений.

2.2. Методы и приемы перевода страдательного залога на примере перевода текстов по теме "Технологии будущего".

2.3. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода условных предложений на примерах текстов по различным разделам химии и химической технологии.

2.4. Модальные глаголы и особенности их перевода на примере перевода текстов «Технология», «Промышленное оборудование»

## *Раздел 3. Особенности перевода предложений с неличными формами глагола*

3.1 Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий. Варианты перевода на русский язык.

3.2 Инфинитивные обороты. Оборот дополнение с инфинитивом. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

3.3 Перевод причастных оборотов. Абсолютный причастный оборот и варианты перевода. Развитие навыков перевода в сфере химии и химической технологии.

## *Раздел 4. Особенности реферативного перевода*

4.1. Алгоритм предпереводческой работы с научно-техническим текстом по химико-технологической тематике.

4.2. Алгоритм составления реферата по химико-технологической тематике (аннотации)

4.3. Алгоритм работы по реферативному переводу по химико-технологической тематике.

## **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Всего      |              | Семестр      |             |              |             |
|--|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
|  |            |              | 5 семестр    |             | 6 семестр    |             |
|  | ЗЕ         | Акад. ч.     | ЗЕ           | Акад. ч.    | ЗЕ           | Акад. ч.    |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>4,0</b> | <b>144,0</b> | <b>2,0</b>   | <b>72,0</b> | <b>2,0</b>   | <b>72,0</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,8</b> | <b>64,4</b>  | <b>0,9</b>   | <b>32,0</b> | <b>0,9</b>   | <b>32,0</b> |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 1,8        | 64,0         | 0,9          | 32,0        | 0,9          | 32,0        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,2</b> | <b>80,0</b>  | <b>1,1</b>   | <b>40,0</b> | <b>1,1</b>   | <b>40,0</b> |
| Контактная самостоятельная работа              |            | 0,4          |              | 0,2         |              | 0,2         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,2        | 79,6         | 1,1          | 39,8        | 1,1          | 39,8        |
| <b>Виды контроля:</b>                          |            |              |              |             |              |             |
| <i>Вид контроля из УП</i>                      |            |              | <b>Зачет</b> |             | <b>Зачет</b> |             |

| Вид учебной работы                             | Всего      |             | Семестр    |           |            |           |
|--|------------|-------------|------------|-----------|------------|-----------|
|  |            |             | 5 семестр  |           | 6 семестр  |           |
|  | ЗЕ         | Астр. ч.    | ЗЕ         | Астр. ч.  | ЗЕ         | Астр. ч.  |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | 4          | 108         | 2          | 54,0      | 2          | 54        |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,8</b> | <b>48,3</b> | <b>0,9</b> | <b>24</b> | <b>0,9</b> | <b>24</b> |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 1,8        | 48          | 0,9        | 24        | 0,9        | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | 2,2        | 60,0        | 1,1        | 30,0      | 1,1        | 30,0      |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,2        | 0,3         | 1,1        | 0,15      | 1,1        | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |            | 59,7        |            | 29,85     |            | 29,85     |
| <b>Виды контроля:</b>                          |            |             |            |           |            |           |
| <i>Вид контроля из УП</i>                      |            |             | Зачет      |           | Зачет      |           |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях»

**1 Цель дисциплины** – подготовить студента к осмысленным практическим действиям по обеспечению своей безопасности и защиты в условиях возникновения чрезвычайной ситуации природного, техногенного и военного характера.

**2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-8.2, УК-8.5, УК-8.7.

*Знать:*

- характеристики природных бедствий, техногенных аварий и катастроф на радиационно-, химически- и биологически-опасных объектах, поражающие факторы других опасностей;
- основы воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций на человека и природную среду, допустимые предельные критерии негативного воздействия;
- меры безопасного поведения при пребывании в районах (зонах) пожаров, радиоактивного, химического и биологического загрязнения;
- способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера.

*Уметь:*

- использовать средства защиты органов дыхания и кожи, медицинские для самозащиты и оказания помощи другим людям;
- применять первичные средства пожаротушения для локализации и тушения пожара, возникшего в аудитории (лаборатории);
- оказывать себе и другим пострадавшим медицинскую помощь с использованием табельных и подручных медицинских средств.

*Владеть:*

- приёмами проведения частичной санитарной обработки при выходе из района (зоны) радиоактивного, химического и биологического загрязнения (заражения);
- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Опасности природного характера.*

Стихийные бедствия, явления природы разрушительной силы - землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержение вулканов, обвалы, засухи, ураганы, бури, пожары.

*Раздел 2. Опасности техногенного характера.*



Аварии и катастрофы на радиационно опасном объекте, химически опасном объекте, биологически опасном объекте; на транспорте (железнодорожном, автомобильном, речном, авиационном); на гидросооружениях; на коммунальных системах жизнеобеспечения.

### *Раздел 3. Опасности военного характера.*

Применение оружия массового поражения (ядерного, химического, биологического), обычных средств с зажигательным наполнением, новых видов оружия. Зоны заражения от средств поражения и их воздействие на население и окружающую природную среду.

### *Раздел 4. Пожарная безопасность.*

Пожарная опасность. Пожарная охрана. Классификация пожаров в зданиях и помещениях. Стадии развития пожаров. Локализация и тушение пожаров. Первичные средства пожаротушения (огнетушители ОП -8, ОУ-2, ОВП-5, внутренний пожарный водопровод) и правила пользования ими. Автоматические системы пожаротушения – принклерные и дренчерные. Огнетушащие вещества – вода, пены, негорючие газы и разбавители, порошковые составы, галогензамещенные углеводороды.

### *Раздел 5. Комплекс мероприятий гражданской защиты населения.*

Оповещение и информирование населения об опасности. Принятие населением сигналов оповещения («Внимание всем!», «Воздушная тревога», «Радиационная опасность», «Химическая тревога», «Отбой опасности») и порядок действия по ним. Эвакуация населения из зоны опасности. Способы эвакуации Экстренная эвакуация студентов из аудитории при возникновении пожара.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (ГП-7, ГП-9, Р-2, У-2К, РПА-1, РПГ-67М, РУ-60М, «Феникс», ГДЗК, ДПГ, ДПГ-3, ПЗУ-К, ИП-4М, ИП-5, ИП-6, КИП-8), кожи (Л-1, ОЗК) человека. Медицинские средства защиты .

Средства коллективной защиты населения. Назначение, защитные свойства убежищ. Противорадиационные укрытия (ПРУ, подземные пешеходные переходы, заглубленные станции метрополитена), простейшие укрытия (траншеи, окопы, перекрытые щели). Правила занятия убежища.

### *Раздел 6. Оказание первой помощи.*

Оказание первой помощи при ожогах, ранениях, заражениях. Проведение частичной санитарной обработки кожных покровов человека при выходе из зон радиоактивного, химического и биологического заражения (загрязнения), из зон пожаров.

### *Раздел 7. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации.*

Аварийно-спасательные работы. Экстренная эвакуация из аудитории (лаборатории) в условиях пожара, радиационного, химического, биологического загрязнения территории с использованием простейших средств защиты («Феникс», ГДЗК, противогаса ГП-7 с ДПГ-3).

## **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |           |           |
|--|------------------|-----------|-----------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>1</b>         | <b>36</b> | <b>27</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,44</b>      | <b>16</b> | <b>12</b> |
| Лекции   | 0,44             | 16        | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>0,56</b>      | <b>20</b> | <b>15</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 0,56             | 0,2       | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 19,8      | 14,85     |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>зачет</b>     |           |           |

## **6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА**

### **6.1 Общесистемные требования к реализации ООП бакалавриата**

*Формулировки соответствуют ФГОС ВО, применительно к образовательной организации и образовательной программе.*

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации ООП бакалавриата.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета. Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения ООП бакалавриата;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

### **6.2 Требования к материально-техническому обеспечению**

Материально-техническая база университета соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Перечень материально-технического обеспечения включает: лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроjectionным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для обучающихся по программе бакалавриата, 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 университет обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Материально-техническое обеспечение ООП бакалавриата включает:

### **6.2.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

потенциостаты IPC-Pro MF, P-8; вращающийся дисковый электрод ВЭД-06, термостат, водяные бани, магнитные мешалки, механические мешалки, дистилляторы, камера соляного тумана Ascott S120iP, спектрофотометр СФ-2000, рН-метры, разрывная машина P-5M, омметр ВИТОК, дефектоскоп акустический ИЧСК-1.0, шлифовально-полировальный станок MP-2, станок для запрессовки XQ-2B, микротвердомер ПМТ-3М, металлографический микроскоп МЕТАМ РВ-21/22, муфельная печь SNOL 7,2/1100, тестер адгезии Elcometer 107, гальванические установки PGG 10/3-B-1,5, профилометр Mitutoyo SurfTest SJ-310, коррозиметр высокого разрешения MS1500E Handheld ER Corrosion Data Logger, лабораторная кабина для порошкового окрашивания с пистолетом-распылителем СТАРТ-50, ротационный абразиметр Taber Elcometer 5135, блескомер и измеритель DOI Elcometer 480, титратор потенциометрический АТП-02, толщиномер Elcometer 456, аналитические весы, технические весы, кондуктометр с ручной компенсацией температуры HI 2314, уникальная установка для волновой обработки и др.

### **6.2.2 Учебно-наглядные пособия:**

учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

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

персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **6.2.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, **в том числе отечественного производства** (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) **и подлежит обновлению при необходимости**).

При использовании в образовательном процессе печатных изданий, в университете сформирован библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), **в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий**, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для реализации основной образовательной программы подготовки бакалавров используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева и кафедр, участвующих в реализации программы.

Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д. И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку реализации программы, 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 реализации и качественного освоения обучающимися по программе бакалавриата образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы подготовки бакалавров.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 716 243 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся 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, к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

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

#### **Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения**

| № п/п | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором |
|-------|--------------------|---|---|
|-------|--------------------|---|---|

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 1. | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»   | <p>Принадлежность – сторонняя<br/> Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»<br/> Договор от 26.09.2020<br/> № 33.03-Р-3.1-2173/2020</p> <p>Сумма договора – 747 661-28</p> <p>С 26.09.2020 по 25.09.2021</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/> Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»- КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «с» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»- Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p> |
| 2. | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>  | <p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>  |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 3. | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России». | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр»<br><br>Контракт от 23.11.2020<br>№ 84-118ЭА/2020<br><br>Сумма договора – 887 600-04<br><br>С 01.01.2021 по 31.12.2021<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a><br><br>Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД   |
| 4. | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)                                      | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ФГБУ РГБ<br>Договор от 23.04.2021<br>№ 33.03-Р-2.0-23269/2021<br><br>Сумма договора – 398 840-00<br><br>С 23.04.2021 по 22.04.2022<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a><br><br>Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.   | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5. | БД ВИНТИ РАН  | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора- ВИНТИ РАН<br>Договор от 20.04.2021<br>№ 33.03-Р-3.1-3273/2021<br><br>Сумма договора - 100 000-00<br><br>С 20.04.2021 по 19.04.2022<br><br>Ссылка на сайт – <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a><br><br>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.  | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов  |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 6. | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»          | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора –<br/>ООО Научная электронная библиотека,<br/>Договор от 21.12.2020<br/>№ 33.03-Р-3.1-3041/2020</p> <p>Сумма договора – 1 200 000-00</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.</p> | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p> |
| 7. | Справочно-правовая система «Консультант+»            | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Контракт от 15.12 2020<br/>№ 93-133ЭА/2020</p> <p>Сумма контракта 965 923-20</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по IP-адресам.</p>   | <p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>   |
| 8. | Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/>Договор от 16.03.2021<br/>№ 33.03-Р-2.0-3196/2021</p> <p>Сумма договора – 394 929-00</p> <p>С 16.03.2021 по 15.03.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>    | <p>Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.</p>  |

|     |  |   |   |
|-----|--|---|---|
| 9.  | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>ООО «Политехресурс»<br/>Договор от 16.03.2021<br/>№ 33.03-Р-2.0-3196/2021</p> <p>Сумма договора – 138 100-00</p> <p>С 16.03.2021 по 15.03.2022</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.<br/>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».  |
| 10. | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»          | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>ООО «ЗНАНИУМ»,<br/>Договор от 06.04.2021<br/>№ 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021</p> <p>Сумма договора – 30 000-00</p> <p>С 06.04.2021 по 05.04.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>   | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.            |
| 11. | Информационно-аналитическая система Science Index      | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>ООО «Научная электронная библиотека»</p> <p>Договор от 26.02.2021<br/>№ SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021</p> <p>Сумма договора – 108 000-00</p> <p>С 17.03.2021 по 19.03.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.</p>   | Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета. |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)



[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.

10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)

[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.

- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **6.3 Требования к кадровым условиям реализации ООП бакалавриата**

Реализация ООП бакалавриата обеспечивается педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации ООП бакалавриата на иных условиях.

Квалификация педагогических работников университета соответствует квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках и (или) профессиональных стандартах.

**Не менее 60 процентов (или другой процент из соответствующего ФГОС ВО)** численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП бакалавриата, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля).

**Не менее 5 процентов (или другой процент из соответствующего ФГОС ВО)** численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП бакалавриата, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

**Не менее 60 процентов (или другой процент из соответствующего ФГОС ВО)** численности педагогических работников университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности университета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

### **6.4 Требования к финансовым условиям реализации ООП бакалавриата**

Финансовое обеспечение реализации ООП бакалавриата осуществляется в объеме не ниже значений базовых нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата и значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

### **6.5 Требования к применяемым механизмам оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП бакалавриата**

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся ООП бакалавриата определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой университет принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования ООП бакалавриата при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП бакалавриата привлекает работодателей и (или) их объединения, иных юридических и (или) физических лиц, включая педагогических работников университета.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по ООП бакалавриата обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по программе бакалавриата в рамках процедуры государственной аккредитации осуществляется с целью подтверждения соответствия

образовательной деятельности по программе бакалавриата требованиям ФГОС ВО.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП бакалавриата может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии) и (или) требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

## 7 НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** оценка качества освоения обучающимися ООП бакалавриата включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию и ГИА обучающихся.

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и ГИА обучающихся по ООП бакалавриата осуществляется в соответствии с ФГОС ВО 3++ и локальными нормативными актами университета.

*Текущий контроль, промежуточная аттестация и аттестационные испытания итоговой (государственной итоговой) аттестации выпускников ООП бакалавриата*

Текущий контроль и промежуточная аттестация по всем видам учебной деятельности обучающихся осуществляется в соответствии с требованиями Положения о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД.

Текущий контроль успеваемости обучающихся обеспечивает оценку уровня освоения дисциплин, прохождения практик, выполнения ВКР и проводится преподавателем на любом из видов учебных занятий. **Обязательной составляющей текущего контроля успеваемости является учет преподавателями посещаемости учебных занятий обучающимися.** По результатам текущего контроля успеваемости три раза в семестр для всех курсов по всем дисциплинам проводится аттестация обучающихся.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзаменов, зачетов с оценкой и зачетов для всех курсов по дисциплинам и практикам, предусмотренным учебным планом. Результаты сдачи зачетов оцениваются на «зачтено», «не зачтено»; зачетов с оценкой и экзаменов – на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При освоении настоящей ООП бакалавриата изучение части дисциплин может быть заменено на онлайн-курсы, при условии, что в результате освоения онлайн-курса формируются те же компетенции (части компетенций), что и в рамках указанных дисциплин. Онлайн-курс должен быть выбран и реализован в соответствии с Положением о зачете результатов освоения открытых онлайн-курсов, реализуемых образовательными организациями, в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

ГИА осуществляется в соответствии с требованиями Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А; Положения о выпускной квалификационной работе для обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

К ГИА допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план по ООП бакалавриата в соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**. Для проведения ГИА в университете ежегодно формируются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) и апелляционные комиссии. Темы ВКР отражают актуальные проблемы, связанные с направлением подготовки **18.03.01 Химическая технология**. Университет утверждает перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), и доводит его до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

Тема ВКР персонально для каждого обучающегося утверждается приказом проректора по

университету перед началом выполнения выпускной квалификационной работы. Данным приказом утверждается также руководитель ВКР. Перед началом выполнения ВКР обучающийся совместно с руководителем составляет индивидуальный план подготовки и выполнения ВКР, предусматривающий очередность и сроки выполнения отдельных частей работы. Текст пояснительной записки ВКР проверяется на наличие неправомерных заимствований. Проверка осуществляется в соответствии с Положением о порядке проверки выпускных квалификационных работ и научных докладов об основных результатах подготовленных научно-квалификационных работ (диссертаций) на объем заимствования и их размещения в электронно-библиотечной системе 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.

Защита ВКР проводится на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее двух третей ее состава. График защиты ВКР составляется по согласованию с обучающимися и доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за 30 дней до начала работы ГЭК. Результаты работы ГЭК определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний комиссий. По окончании работы председатель ГЭК составляет отчет о проделанной работе.

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ГИА проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

## **8 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА**

Рабочие программы дисциплин, практик и ГИА:

1. Иностранный язык
2. История (История России, всеобщая история)
3. Правоведение
4. Философия
5. Основы экономики и управления производством
6. Социально-психологические основы развития личности
7. Общая и неорганическая химия
8. Органическая химия
9. Аналитическая химия
10. Физическая химия
11. Коллоидная химия
12. Математика
13. Физика
14. Введение в информационные технологии
15. Проблемы устойчивого развития
16. Безопасность жизнедеятельности
17. Инженерная и компьютерная графика
18. Прикладная механика
19. Процессы и аппараты химической технологии
20. Общая химическая технология
21. Системы управления химико-технологическими процессами
22. Моделирование химико-технологических процессов
23. Физическая культура и спорт
24. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
25. Лабораторный практикум по органической химии
26. Инструментальные методы физико-химического анализа в технологии электрохимических производств
27. Материаловедение и защита от коррозии
28. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии

29. Теоретическая электрохимия
30. Основы электрохимической технологии (электросинтез и гальванотехника)
31. Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств
32. Основы квантовой химии
33. Методы исследования в технологии электрохимических процессов
34. Методы электрохимических исследований
35. Коррозия и защита металлов
36. Современные методы коррозионных испытаний
37. Электрохимическая технология чистых металлов
38. Основы гидроэлектрометаллургической технологии
39. Основы технологии конверсионных покрытий
40. Неметаллические защитные покрытия
41. Оборудование для электрохимических технологий
42. Оборудование для производства ХИТ
43. Функциональные гальванические покрытия и гальванопластика
44. Новые конструкционные материалы в гальванотехнике
45. Практикум по электрохимическим процессам
46. Научные исследования в технологии электрохимических производств
47. Учебная практика: ознакомительная практика
48. Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
49. Производственная практика: научно-исследовательская работа
50. Производственная практика: преддипломная практика
51. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
52. Перевод научно-технической литературы
53. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.03.01 Химическая технология**», профиль «**Технология электрохимических производств**», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

### **9 ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ГИА ОБУЧАЮЩИХСЯ ООП БАКАЛАВРИАТА**

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям ООП бакалавриата разработаны ФОС по каждой дисциплине, практике, ГИА, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты, вопросы к зачетам и экзаменам, средства и методы оценки, позволяющие оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА разрабатываются в соответствии с Порядком разработки и утверждения образовательных программ, утвержденным решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД.

ФОС по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Иностранный язык
2. История (История России, всеобщая история)
3. Правоведение
4. Философия
5. Основы экономики и управления производством
6. Социально-психологические основы развития личности
7. Общая и неорганическая химия
8. Органическая химия
9. Аналитическая химия
10. Физическая химия
11. Коллоидная химия
12. Математика
13. Физика
14. Введение в информационные технологии
15. Проблемы устойчивого развития
16. Безопасность жизнедеятельности
17. Инженерная и компьютерная графика
18. Прикладная механика
19. Процессы и аппараты химической технологии
20. Общая химическая технология
21. Системы управления химико-технологическими процессами
22. Моделирование химико-технологических процессов
23. Физическая культура и спорт
24. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
25. Лабораторный практикум по органической химии
26. Инструментальные методы физико-химического анализа в технологии электрохимических производств
27. Материаловедение и защита от коррозии
28. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
29. Теоретическая электрохимия
30. Основы электрохимической технологии (электросинтез и гальванотехника)
31. Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств
32. Основы квантовой химии
33. Методы исследования в технологии электрохимических процессов
34. Методы электрохимических исследований
35. Коррозия и защита металлов
36. Современные методы коррозионных испытаний
37. Электрохимическая технология чистых металлов
38. Основы гидроэлектрометаллургической технологии
39. Основы технологии конверсионных покрытий
40. Неметаллические защитные покрытия
41. Оборудование для электрохимических технологий
42. Оборудование для производства ХИТ
43. Функциональные гальванические покрытия и гальванопластика
44. Новые конструкционные материалы в гальванотехнике
45. Практикум по электрохимическим процессам
46. Научные исследования в технологии электрохимических производств
47. Учебная практика: ознакомительная практика
48. Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
49. Производственная практика: научно-исследовательская работа
50. Производственная практика: преддипломная практика

51. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
52. Перевод научно-технической литературы
53. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.03.01 Химическая технология**», профиль «**Технология электрохимических производств**», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНАМ, ПРАКТИКАМ И ГИА**

Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Иностранный язык
2. История (История России, всеобщая история)
3. Правоведение
4. Философия
5. Основы экономики и управления производством
6. Социально-психологические основы развития личности
7. Общая и неорганическая химия
8. Органическая химия
9. Аналитическая химия
10. Физическая химия
11. Коллоидная химия
12. Математика
13. Физика
14. Введение в информационные технологии
15. Проблемы устойчивого развития
16. Безопасность жизнедеятельности
17. Инженерная и компьютерная графика
18. Прикладная механика
19. Процессы и аппараты химической технологии
20. Общая химическая технология
21. Системы управления химико-технологическими процессами
22. Моделирование химико-технологических процессов
23. Физическая культура и спорт
24. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
25. Лабораторный практикум по органической химии
26. Инструментальные методы физико-химического анализа в технологии электрохимических производств
27. Материаловедение и защита от коррозии
28. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
29. Теоретическая электрохимия
30. Основы электрохимической технологии (электросинтез и гальванотехника)
31. Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств
32. Основы квантовой химии
33. Методы исследования в технологии электрохимических процессов
34. Методы электрохимических исследований
35. Коррозия и защита металлов
36. Современные методы коррозионных испытаний
37. Электрохимическая технология чистых металлов
38. Основы гидроэлектрометаллургической технологии
39. Основы технологии конверсионных покрытий
40. Неметаллические защитные покрытия



41. Оборудование для электрохимических технологий
42. Оборудование для производства ХИТ
43. Функциональные гальванические покрытия и гальванопластика
44. Новые конструкционные материалы в гальванотехнике
45. Практикум по электрохимическим процессам
46. Научные исследования в технологии электрохимических производств
47. Учебная практика: ознакомительная практика
48. Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
49. Производственная практика: научно-исследовательская работа
50. Производственная практика: преддипломная практика
51. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
52. Перевод научно-технической литературы
53. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.03.01 Химическая технология**», профиль «**Технология электрохимических производств**», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## 11 РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ

Рабочая программа воспитания, входящая в ООП по направлению подготовки «**18.03.01 Химическая технология**», профиль «**Технология электрохимических производств**», выполнена в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью данной ООП.

## 12 КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Календарный план воспитательной работы, входящий в ООП по направлению подготовки «**18.03.01 Химическая технология**», профиль «**Технология электрохимических производств**», выполнен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью данной ООП.

