

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА



«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева

И.В. Воротынцев

« 25 » мая 2022 г..

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

по направлению подготовки  
18.03.01 Химическая технология

Профиль:  
«Технология неорганических веществ»

форма обучения:  
очная (для иностранных обучающихся)

Квалификация: Бакалавр

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25 » мая 2022 г.,  
Протокол №16

Председатель

Н.А. Макаров

Москва 2022

Разработчики основной образовательной программы (ООП) бакалавриата:

\_\_\_\_\_  
Д.Т.Н., доцент

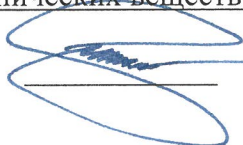
\_\_\_\_\_  
Т.В. Конькова

\_\_\_\_\_  


ООП бакалавриата рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология неорганических веществ и электрохимических процессов» протокол № 14 от « 4 » апреля 2022г.

И.о. заведующего кафедрой  
Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов

\_\_\_\_\_  
К.Т.Н., доцент



\_\_\_\_\_  
Д.О. Лемешев

Согласовано:

начальник Учебного управления



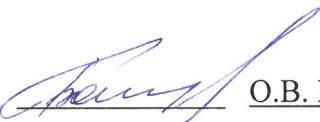
\_\_\_\_\_  
В.С. Мирошников

ООП бакалавриата рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета «Факультета технологии неорганических веществ и высокотемпературных материалов» протокол №10 от «19» апреля 2022 г.

Согласовано:

Заместитель директора института по научной работе ФГБУН «Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина» Российской академии наук (ИФХЭ РАН)

«20» апреля 2022 г.



\_\_\_\_\_  
О.В. Батищев

## 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 неорганических веществ**, 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 07.08.2020 № 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 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».
- 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. № 211н;
- Профессиональный стандарт 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2020 № 569н.
- Профессиональный стандарт 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 №604
- Профессиональный стандарт 40.136 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 25.12.2015 №1153н.
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 02.03.2022 ).
- 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: 02.03.2022);
- 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 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 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: 02.03.2022);

– 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: 02.03.2022).

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: 02.03.2022).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 02.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 02.03.2022).

### **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)»
- Блок 2 «Практика»
- Блок 3 «Государственная итоговая аттестация»

### Структура программы бакалавриата

| Структура программы бакалавриата |                                     | Объем программы бакалавриата<br>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.

Для лиц с ОВЗ организация устанавливает особый порядок освоения дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту с учетом состояния их здоровья (<https://www.muctr.ru/sveden/ovz/>).

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

Типы учебной практики:

- ознакомительная;

Типы производственной практики:

- технологическая (проектно-технологическая) практика;
- преддипломная 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 процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

#### **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 химических источников тока; производства защитно-декоративных покрытий);

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:

- минеральное сырье, 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 РХТУ им. Д.И. Менделеева 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 ознакомление и изучение процессов производства основных видов ТНВ, а также получение опыта профессиональной деятельности. Ознакомление с методами контроля и управления технологическими процессами и работой технологического оборудования.

Практика осуществляется на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

Практика проводится в одном из подразделений предприятий или организаций, в число которых могут входить: производственные цехи, технологические отделы 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 РХТУ им. Д.И. Менделеева на кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов и/или в одном из подразделений предприятия, организаций, с которыми заключены соответствующие договоры о практической подготовке.

### **3.4.4 Преддипломная практика**

Тип практики: преддипломная практика.

Задачей практики является максимальное приближение к выполнению выпускной квалификационной работы, т.е. сбор и изучение научно-технической информации по тематике исследования, проведение экспериментов по выбранной методике, анализ их результатов и подготовка данных для написания ВКР и публикаций.

Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева и (или) на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

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 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; |

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

|                              |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                                                                                               | реферирования и аннотирования литературы по специальности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Межкультурное взаимодействие | УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах. | <p>УК-5.1 Знает основные закономерности исторического процесса и этапы исторического развития России;</p> <p>УК-5.2 Знает этно-культурные и социально-политические процессы становления российской государственности;</p> <p>УК-5.3 Знает место и роль России в истории человечества и в современном мире;</p> <p>УК-5.4 Знает основные разделы и направления философии, а также методы и приемы философского анализа проблем;</p> <p>УК-5.5 Знает нравственные ценности, представления о совершенном человеке в различных культурах;</p> <p>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;</p> <p>УК-5.7 Умеет формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории;</p> <p>УК-5.8 Умеет понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни;</p> <p>УК-5.9 Умеет грамотно вести дискуссию, аргументированно отстаивать свою позицию по значимым философским проблемам современной жизни, опираясь на наработанный в истории философии материал;</p> <p>УК-5.10 Умеет конструктивно взаимодействовать с людьми с учетом анализа их социокультурных особенностей в целях успешного выполнения профессиональных задач;</p> <p>УК-5.11 Владеет представлениями об истории как науке, основами исторического мышления;</p> <p>УК-5.12 Владеет представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;</p> <p>УК-5.13 Владеет навыками анализа исторических источников;</p> |

|                                                                 |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 |                                                                                                                                                    | УК-5.14 Владеет навыками философской культуры для выработки системного целостного взгляда на действительность.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение) | УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни. | <p>УК-6.1 Знает социально-психологические технологии развития и саморазвития;</p> <p>УК-6.2 Знает свои личностные, ситуативные, временные и другие ресурсы и их пределы;</p> <p>УК-6.3 Умеет планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;</p> <p>УК-6.4 Умеет критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач;</p> <p>УК-6.5 Владеет приемами анализа собственных действий при управлении коллективом и при самоорганизации;</p> <p>УК-6.6 Владеет предоставленными возможностями для приобретения новых знаний и навыков.</p>                                                                                                                                           |
|                                                                 | УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.    | <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;</p> <p>УК-7.2 Умеет поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;</p> <p>УК-7.3 Умеет использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;</p> <p>УК-7.4 Владеет средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования; должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;</p> |
| Безопасность жизнедеятельности                                  | УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности                                                     | <p>УК-8.1 Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;</p> <p>УК-8.2 Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   | <p>безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.</p> | <p>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 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.</p> |
| <p>Инклюзивная компетентность</p>                                 | <p>УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.</p>                                                                                               | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность</p> | <p>УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.</p>                                                                                               | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                     |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. | ОПК-1.1 Знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимает принципы строения вещества и протекания химических процессов;<br>ОПК-1.2. Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций;<br>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;<br>ОПК-1.4. Знает основные законы и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем, основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем;<br>ОПК-1.5 Умеет выполнять основные химические операции;<br>ОПК-1.6 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения органических реагентов в |

|                              |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                                                                                                    | <p>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 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> |
| Профессиональная методология | ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические методы для решения задач профессиональной деятельности. | <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</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                       |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       |                                                                                                                                                        | <p>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 решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач;</p> <p>ОПК-2.7 Умеет решать типовые задачи, связанные, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;</p> <p>ОПК-2.8 Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач;</p> <p>ОПК-2.9 Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации;</p> <p>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;</p> <p>ОПК-2.11 Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.</p> |
| Адаптация к производственным условиям | ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии. | <p>ОПК-3.1 Знает основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;</p> <p>ОПК-3.2 Знает правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;</p> <p>ОПК-3.3 Знает основы административного, трудового и гражданского законодательства;</p> <p>ОПК-3.4 Знает основные категории и законы экономики;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>ОПК-3.5 Знает основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику; классификацию предприятий по правовому статусу;</p> <p>ОПК-3.6 Знает показатели использования производственных ресурсов и эффективности деятельности предприятия;</p> <p>ОПК-3.7 Знает содержание этапов разработки оперативных планов работы первичных производственных 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> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Инженерная и технологическая подготовка | ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья. | <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; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;</p> <p>ОПК-4.2 Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.3 Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;</p> <p>ОПК-4.4 Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства;</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>ОПК-4.8 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;</p> |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   |                                                                                                                                                                                                                                    | <p>ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;</p> <p>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;</p> <p>ОПК-4.11 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования;</p> <p>ОПК-4.13 Владеет правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов;</p> <p>ОПК-4.15 Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.16 Владеет пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов.</p> |
| Научные исследования и разработки | 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>ОПК-5.1 Знает основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ;</p> <p>ОПК-5.2 Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических;</p> <p>ОПК-5.3 Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;</p> <p>ОПК-5.4 Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи;</p> <p>ОПК-5.5 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                             |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                             |                                                                                                                                                  | ОПК-5.6 Владеет методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности | ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | 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 |

### 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: 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-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. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                             | 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.                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция</p> <p>А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.</p> <p>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). Профессиональный стандарт</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>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-</p> | ПК-2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования | <p>ПК-2.1 Знает порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками</p> <p>ПК-2.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий</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</p>                                                                                     |

|                                                                                               |                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                               | технологического производства).                                                       |                                                                                                               | ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой                                  | 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 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального | Химическое, химико-технологическое производство<br><br>Сквозные виды профессиональной | 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,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p> | <p>деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p> |  | <p>ПК-3.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты</p>                               | <p>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 № 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>ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции</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 | 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-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 | ПК-4.1 Знает современные подходы к научному исследованию                                | 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 № 121 н, |
|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ПК-4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       | ПК-4.3 Владеет современными методами обработки данных                                                                                                                                                                                                             | 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 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 инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов | <div>ПК-5.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов</div> <div>ПК-5.2 Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования неорганических веществ и материалов</div> | 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 |

|  |  |  |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>ПК-5.3 Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов</p> | <p>«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</p> <p>А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5)</p> <p>26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов» №604н от 08.09.2015г.</p> <p>40.136 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов» №1153н от 25.12.2015 г.</p> |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                             | 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2020 г. № 569н.<br>Трудовая функция С/01.6 Проведение экологического анализа проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации (уровень квалификации – 6) |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке | Химическое, химико-технологическое производство<br><br>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских | ПК-6 Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами | ПК-6.1 Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов<br><br>ПК-6.2 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования | 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                                                                                                                                                                 |

|                              |                                                                      |  |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| технологической документации | работ в области химического и химико-технологического производства). |  | неорганических веществ и материалов                                                                                                                | 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                   |
|                              |                                                                      |  | ПК-6.3 Владеет основами проектирования технологической линии производства для получения неорганических веществ и материалов с заданными свойствами | А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5) 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов» №604н от 08.09.2015г. 40.136 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов |

|  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | <p>и производств в области материаловедения и технологии материалов» №1153н от 25.12.2015 г. 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2020 г. № 569н. Трудовая функция С/01.6 Проведение экологического анализа проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации (уровень квалификации – 6)</p> |
|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5 АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

### 5.1 Дисциплины обязательной части

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Русский язык (как иностранный)»

**1. Цель дисциплины** – совершенствование языковой компетенции и формирование у иностранных специалистов нефилологического профиля практических навыков владения современным русским языком с учетом профессиональной ориентации (II сертификационный уровень) и способности реализовывать свои коммуникативные намерения в учебно-профессиональной, учебно-научной и социально-культурной сферах общения.

**2. В результате изучения дисциплины** обучающийся по программе **бакалавриата** должен:

*обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *УК - 4.1; УК - 4.2; УК - 4.3; УК- 4,4; ОПК- 6,3.*

*Знать:*

- композиционную и логико-смысловую организацию учебных и научно-популярных текстов;
- лексико-грамматические средства выражения разного рода смысловых отношений частей учебного и научно-популярного текста;
- лексико-грамматические средства выражения оценки характера информации первичного учебного и научно-популярного текста и способа ее изложения автором;
- основные приемы компрессии сложных синтаксических единиц;

*Уметь:*

- читать и понимать разнообразные типы текстов; применять разные стратегии и тактики чтения, используя различные виды чтения: изучающее, ознакомительное, просмотровое (поисковое, реферативное);
- зафиксировать в сокращённом виде информацию, используя компрессию на всех уровнях: текст, абзац, предложение;
- передать содержание чужой речи с разной степенью точности и полноты, с элементами оценки, сослаться на источник информации;
- построить собственное речевое произведение типа сообщения, повествования, рассуждения или смешанного типа; составить план, тезисы своего сообщения.

*Владеть:*

- средствами связи предложений и частей текста (композиционными, логическими, структурными и др.);
- законами и правилами коммуникации, навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии).

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

*Раздел 1. Выражение субъектно-объектных отношений.*

Образование пассивных конструкций совершенного и несовершенного вида. Трансформация пассивных конструкций совершенного и несовершенного вида в активные конструкции и наоборот.

*Раздел 2. Выражение определительных отношений.*

Образование активных причастий настоящего и прошедшего времени. Образование пассивных причастий настоящего и прошедшего времени. Замена причастного оборота синонимичной конструкцией со словом *который*.

*Раздел 3. Изучающее чтение учебных текстов по специальности и построение на их основе устного и письменного высказывания.*

Работа с текстом «Естественные науки. Научный метод познания». Написание плана текста: вопросного, назывного, тезисного. Работа с текстом «Предмет химии». Написание плана текста: вопросного, назывного, тезисного.

*Раздел 4. Выражение субъектно-объектных отношений. Краткие прилагательные. Краткие прилагательные. Образование и функционирование в речи. Русские глаголы движения.*

*Раздел 5. Виды русского глагола. Деепричастие.*

Основные значения и способы образования глаголов совершенного и несовершенного вида. Употребление глаголов совершенного и несовершенного вида. Деепричастие. Деепричастный оборот.

*Раздел 6. Изучающее чтение учебных текстов по специальности и научно-популярных текстов, построение на их основе устного и письменного высказывания.*

Работа с текстом «Атомно-молекулярная теория. Доказательство существования атомов и молекул». Составление тезисного плана. Написание тезисов. Работа с текстом «Закон сохранения массы и энергии». Составление тезисного плана и тезисов текста.

*Раздел 7. Синтаксис простого и сложного предложения.*

Способы выражения времени в простом предложении. Способы выражения времени в сложном предложении.

*Раздел 8. Синтаксис простого и сложного предложения.*

Способы выражения причины в простом и сложном предложении. Способы выражения следствия.

*Раздел 9. Изучающее чтение учебных текстов по специальности и построение на их основе устного и письменного высказывания.*

Работа с текстом «Периодический закон. История открытия». Написание резюме. Работа с текстом «Основные понятия химии». Написание резюме.

*Раздел 10. Синтаксис простого и сложного предложения.*

Способы выражения условия в простом и сложном предложении. Способы выражения цели в простом и сложном предложении. Способы выражения уступительных отношений в простом и сложном предложении. Алгоритм трансформации простого предложения в сложное и наоборот.

*Раздел 11. Изучающее чтение учебных текстов по специальности и построение на их основе устного и письменного высказывания.*

Работа с текстом «История развития химических знаний». Реферирование текста. Работа с текстом «Масштабы химической индустрии». Реферирование. Средства оформления высказывания в дискуссии.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Всего      |              | Семестр    |             |            |             | Семестр    |             |            |              |
|------------------------------------------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|
|                                                |            |              | 1 семестр  |             | 2 семестр  |             | 3 семестр  |             | 4 семестр  |              |
|                                                | 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         |

|                                              |     |       |       |      |       |      |       |      |         |      |
|----------------------------------------------|-----|-------|-------|------|-------|------|-------|------|---------|------|
| Самостоятельная работа                       | 4,4 | 160   | 1,1   | 40   | 1,1   | 40   | 1,1   | 40   | 1,1     | 40,0 |
| Контактная самостоятельная работа            | 4,4 | 0,6   | 1,1   | 0,2  | 1,1   | 0,2  | 1,1   | 0,2  | 1,1     | 40,0 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |     | 159,4 |       | 39,8 |       | 39,8 |       | 39,8 |         |      |
| Виды контроля:                               |     |       |       |      |       |      |       |      |         |      |
| Вид контроля из УП                           |     |       |       | +    |       | +    |       | +    |         |      |
| Экзамен                                      | 1,0 | 36,0  | -     | -    | -     | -    | -     | -    | 1,0     | 36,0 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1,0 | 0,4   | -     | -    | -     | -    | -     | -    | 1,0     | 0,4  |
| Подготовка к экзамену.                       |     | 35,6  |       | -    |       | -    |       | -    |         | 35,6 |
| Вид итогового контроля:                      |     |       | Зачет |      | Зачет |      | Зачет |      | Экзамен |      |

| Вид учебной работы                           | Всего |          | Семестр   |          |           |          | Семестр   |          |           |          |
|----------------------------------------------|-------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|                                              |       |          | 1 семестр |          | 2 семестр |          | 3 семестр |          | 4 семестр |          |
|                                              | ЗЕ    | Астр. ч. | ЗЕ        | Астр. ч. | ЗЕ        | Астр. ч. | ЗЕ        | Астр. ч. | ЗЕ        | Астр. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 9     | 243      | 2         | 54,0     | 2         | 54       | 2         | 54       | 3         | 81       |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 3,58  | 96,75    | 0,89      | 24       | 0,89      | 24       | 0,89      | 24       | 0,89      | 24       |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 3,6   | 96       | 0,89      | 24       | 0,89      | 24       | 0,89      | 24       | 0,89      | 24       |
| Самостоятельная работа                       | 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      |          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 119,55   |           | 29,85    |           | 29,85    |           | 29,85    |           |          |
| Виды контроля:                               |       |          |           |          |           |          |           |          |           |          |
| Вид контроля из УП                           |       |          |           | +        |           | +        |           | +        |           |          |
| Экзамен                                      | 1,00  | 27,00    | -         | -        | -         | -        | -         | -        | 1,00      | 27,00    |
| 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.**

1. 1. Место истории в системе наук. Древнейшее прошлое человечества и первые цивилизации. 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. Древняя Русь. Принятие христианства.

**1.2. Средние века.** Место средневековья во всемирно-историческом процессе. 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.

Складывание основ национальных государств в Западной Европе. Образование Российского государства, его историческое значение.

**1.3. Новое время.** У истоков Нового времени. Особенности сословно-представительной монархии в Европе и России. Начало XVII века – эпоха всеобщего европейского кризиса. Россия в XVI в. - XVII вв. 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.**

**2.1. XVIII век – век модернизации и просвещения.** Идейные и социально-политические истоки Просвещения. Основные черты просветительской идеологии: человек и государство, «естественное право», этика. Идея прогресса как господствующее течение в общественной мысли.

Реформы Петра I как первая попытка модернизации страны, ее особенности. Формирование Российской империи. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Дальнейшее расширение границ Российской империи. Россия в эпоху просвещенного абсолютизма. Россия и Европа в XVIII веке. Изменения в международном положении Российской империи.

**2.2. XIX столетие.** 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.

**2.3. Россия и мир на рубеже веков: кризисы 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 1917 г. и коренные изменения в политической жизни страны.

**Раздел 3. Всемирно-исторический процесс и XX век. От советского государства к современной России. Основные тенденции мирового развития на современном этапе.**

**3. 1. Начало новейшего времени.** Формирование и сущность советского строя. 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.

Итоги первой мировой войны. Версальская система международных отношений.

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.).

Мировой экономический кризис 1929–1933 гг. и варианты выхода из него. Тоталитаризм в Европе. Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Конституция СССР 1936 г. Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. Деятельность Коминтерна.

**3.2. Вторая мировая война. Великая Отечественная война: «Без срока давности».** Москва и Московская область в годы Великой Отечественной войны. Основные этапы Великой Отечественной войны. Коренной перелом в ходе войны.

Советский тыл в годы войны. Борьба в тылу врага. Партизанское движение. Человеческие и материальные потери в ход войны.

Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма. Нюрнбергский процесс над нацистскими военными преступниками. Хабаровский процесс.

**3. 3. СССР и мир с послевоенного периода до 1991 г.** 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.

Наращение 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.

**3.4. Основные тенденции мирового развития на современном этапе. 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. Мировой экономический кризис 2008–2011 гг. Новые геополитическое реалии в мире и их влияние на внешнюю политику Российской Федерации. Глобальные проблемы современности.

#### **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>  |
| Лекции                                         | 0,9              | 32         | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,4              | 16         | 12         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,7</b>       | <b>60</b>  | <b>45</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,7              |            |            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 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 |
| Вид итогового контроля: | Экзамен |      |      |

### 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.

#### **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        |
| <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</b>  | <b>36</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-3.6; ОПК-3.7; ОПК-3.11; ОПК-3.14; ОПК-3.15; ОПК-3.16; ОПК-3.17

*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. Технико-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. Технико-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        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,10</b>            | <b>76</b>  | <b>57</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-3.6, 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»

### **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. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 12    | 432      | 7       | 252      | 5    | 180      |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 5,33  | 192      | 3,11    | 112      | 2,22 | 80       |
| Лекции                                       | 1,78  | 64       | 0,89    | 32       | 0,89 | 32       |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,89  | 32       | 0,89    | 32       | -    | -        |
| Лабораторные работы (ЛР)                     | 2,66  | 96       | 1,33    | 48       | 1,33 | 48       |
| Самостоятельная работа                       | 4,66  | 167,8    | 2,89    | 104      | 1,77 | 63,8     |
| Контактная самостоятельная работа            | 4,66  | -        | 2,89    | -        | 1,77 | -        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 167,8    |         | 104      |      | 63,8     |
| Виды контроля:                               |       |          |         |          |      |          |
| Экзамен                                      | 2     | 72       | 1       | 36       | 1    | 36       |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 2     | 0,8      | 1       | 0,4      | 1    | 0,4      |
| Подготовка к экзамену                        |       | 71,2     |         | 35,6     |      | 35,6     |
| Курсовая работа                              | 0,01  | 0,2      | -       | -        | 0,01 | 0,2      |

|                                                 |      |     |                |   |                    |     |
|-------------------------------------------------|------|-----|----------------|---|--------------------|-----|
| Контактная работа –<br>промежуточная аттестация | 0,01 | 0,2 | -              | - | 0,01               | 0,2 |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                  |      |     | <b>экзамен</b> |   | <b>экзамен, КР</b> |     |

| Вид учебной работы                           | Всего |          | Семестр |          |             |          |
|----------------------------------------------|-------|----------|---------|----------|-------------|----------|
|                                              |       |          | 1       |          | 2           |          |
|                                              | ЗЕ    | Астр. ч. | ЗЕ      | Астр. ч. | ЗЕ          | Астр. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 12    | 324      | 7       | 189      | 5           | 135      |
| Контактная работа- аудиторные занятия:       | 5,33  | 144      | 3,11    | 84       | 2,22        | 60       |
| Лекции                                       | 1,78  | 48       | 0,89    | 24       | 0,89        | 24       |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,89  | 24       | 0,89    | 24       | -           | -        |
| Лабораторные работы (ЛР)                     | 2,66  | 96       | 1,33    | 36       | 1,33        | 36       |
| Самостоятельная работа                       | 4,66  | 125,85   | 2,89    | 78       | 1,77        | 47,85    |
| Контактная самостоятельная работа            | 4,66  | -        | 2,89    | -        | 1,77        | -        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 125,85   |         | 78       |             | 47,85    |
| Виды контроля:                               |       |          |         |          |             |          |
| Экзамен                                      | 2     | 54       | 1       | 27       | 1           | 27       |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 2     | 0,6      | 1       | 0,3      | 1           | 0,3      |
| Подготовка к экзамену                        |       | 53,4     |         | 26,7     |             | 26,7     |
| Курсовая работа                              | 0,01  | 0,15     | -       | -        | 0,01        | 0,15     |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01  | 0,15     | -       | -        | 0,01        | 0,15     |
| Вид итогового контроля:                      |       |          | экзамен |          | экзамен, КР |          |

### 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 Стереои́зомерия**

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 перициклических реакциях. Гомологический ряд. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Реакции 1,3-алкадиенов. Понятие о перициклических 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 Замещенные 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 diaзосоединения

Получение diaзосоединений реакцией diaзотирования: условия проведения реакции и механизм; различия в устойчивости насыщенных и ароматических diaзосоединений. Физические свойства. Пространственное и электронное строение ароматических diaзосоединений 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.<br>ч. | ЗЕ              | Акад.<br>ч. | ЗЕ        | Акад.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 9     | 324         | 3               | 108         | 6         | 216         |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 3,56  | 112         | 1,78            | 64          | 1,78      | 64          |
| 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)                     | -     | -           | -               | -           | -         | -           |
| Самостоятельная работа                       | 4,44  | 176         | 1,22            | 44          | 3,22      | 116         |
| Контактная самостоятельная работа            | 4,44  | 0,4         | 1,22            | 0,4         | 3,22      | -           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 159,6       |                 | 43,6        |           | 116         |
| Виды контроля:                               |       |             |                 |             |           |             |
| Зачет с оценкой                              |       |             | +               | +           | -         | -           |
| Экзамен                                      | 1     | 36          | -               | -           | 1         | 36          |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1     | 0,4         | -               | -           | 1         | 0,4         |
| Подготовка к экзамену.                       |       | 35,6        |                 | -           |           | 35,6        |
| Вид итогового контроля:                      |       |             | Зачет с оценкой |             | Экзамен   |             |

| Вид учебной работы                           | Всего |             | Семестр   |             |           |                |
|----------------------------------------------|-------|-------------|-----------|-------------|-----------|----------------|
|                                              |       |             | 2 семестр |             | 3 семестр |                |
|                                              | ЗЕ    | Астр.<br>ч. | ЗЕ        | Астр.<br>ч. | ЗЕ        | Астр.<br>р. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 9     | 243         | 3         | 81          | 6         | 162            |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 3,56  | 96          | 1,78      | 48          | 1,78      | 48             |
| 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)                     | -     | -           | -         | -           | -         | -              |
| Самостоятельная работа                       | 4,44  | 132         | 1,22      | 33          | 3,22      | 87             |
| Контактная самостоятельная работа            | 4,44  | 0,3         | 1,22      | 0,3         | 3,22      | -              |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 119,7       |           | 32,7        |           | 87             |
| Виды контроля:                               |       |             |           |             |           |                |
| Зачет с оценкой                              |       |             | +         | +           | -         | -              |
| Экзамен                                      | 1     | 27          | -         | -           | 1         | 27             |
| 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 «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-5.2, 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 ( $pT$ ). 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. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.

Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Изотерма ионного обмена. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Применение ионообменной 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 ионообменной 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</b>  | <b>48</b>  |
| Лекции                                         | 0,45                   | 16         | 12         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,34                   | 48         | 36         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,21</b>            | <b>80</b>  | <b>60</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,21                   | 0,4        | 0,3        |
| 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 проведенных 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 расчетов;
- 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**

#### **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. Теплоемкость вещества – изохорная или изобарная, молярная, удельная. Теплоемкость идеальных газов, взаимосвязь молярных теплоемкостей  $C_p$  и  $C_v$  идеального газа. Теплоемкость твердых веществ и жидкостей. Зависимость молярной изобарной теплоемкости вещества от температуры, эмпирические уравнения (степенные ряды), их применимость. Закон кубов Дебая, правило Дюлонга и Пти. Средняя изобарная теплоемкость вещества в интервале температур. Температурная зависимость приращения энтальпии вещества ( $H_T - H_0$ ) при постоянном давлении с учетом 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 (квазистатистические) 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 твердых 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 учетом 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, ее 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.

## **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. Сенситизаторы, Сенситизированные 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 неразветвленных 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 разветвленных 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-основный 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.<br>ч. | ЗЕ      | Акад.<br>ч. | ЗЕ      | Акад.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 14    | 504         | 7       | 252         | 7       | 252         |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 5,34  | 192         | 2,67    | 96          | 2,67    | 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          |
| Самостоятельная работа                       | 6,66  | 204         | 3,33    | 120         | 3,33    | 120         |
| Подготовка к лабораторным работам            |       | 102         | 3,33    | 60          | 3,33    | 60          |
| Контактная самостоятельная работа            |       | -           |         | -           |         | -           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 102         |         | 60          |         | 60          |
| Виды контроля:                               |       |             |         |             |         |             |
| Экзамен                                      | 2     | 72          | 1       | 36          | 1       | 36          |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 2     | 0,8         | 1       | 0,4         | 1       | 0,4         |
| Подготовка к экзамену                        |       | 71,2        |         | 35,6        |         | 35,6        |
| Вид итогового контроля:                      |       |             | Экзамен |             | Экзамен |             |

| Вид учебной работы            | Всего     |          | Семестр  |          |          |          |
|-------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                               |           |          | 5        |          | 6        |          |
|                               | ЗЕ        | Астр. ч. | ЗЕ       | Астр. ч. | ЗЕ       | Астр. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины | <b>14</b> | 351      | <b>7</b> | 189      | <b>7</b> | 162      |

|                                              |      |      |         |      |         |      |
|----------------------------------------------|------|------|---------|------|---------|------|
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 5,34 | 144  | 2,67    | 72   | 2,67    | 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   |
| Самостоятельная работа                       | 6,66 | 153  | 3,33    | 90   | 3,33    | 90   |
| Подготовка к лабораторным работам            |      | 76,5 | 3,33    | 45   | 3,33    | 45   |
| Контактная самостоятельная работа            |      | -    |         | -    |         | -    |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |      | 76,5 |         | 45   |         | 45   |
| Виды контроля:                               |      |      |         |      |         |      |
| Экзамен                                      | 2    | 54   | 1       | 27   | 1       | 27   |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 2    | 0,6  | 1       | 0,3  | 1       | 0,3  |
| Подготовка к экзамену                        |      | 53,4 |         | 26,7 |         | 26,7 |
| Вид итогового контроля:                      |      |      | Экзамен |      | Экзамен |      |

### 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.

Лиофильные 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.

Лиофобные дисперсные системы. Факторы устойчивости лиофобных 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.

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

#### 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</b>  | <b>48</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              | 2,22             | -          | -          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 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**

**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 Лопиталя (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.

#### **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.

#### **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  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{x^n}{n!} = 0$  для

$\forall x \in \mathbb{R}$ . 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.

#### **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 расчеты, 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.<br>ч. | ЗЕ      | Акад.<br>ч. | ЗЕ      | Акад.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 12    | 432         | 6       | 216         | 6       | 216         |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 3,5   | 128         | 1,3     | 48          | 2,2     | 80          |
| Лекции                                       | 1,3   | 48          | 0,4     | 16          | 0,9     | 32          |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 1,3   | 48          | 0,4     | 16          | 0,9     | 32          |
| Лабораторные работы (ЛР)                     | 0,9   | 32          | 0,4     | 16          | 0,4     | 16          |
| Самостоятельная работа                       | 6,5   | 232         | 3,7     | 132         | 2,8     | 100         |
| Контактная самостоятельная работа            | 6,5   | 0,8         | 3,7     | 0,4         | 2,8     | 0,4         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 231,2       |         | 131,6       |         | 96,6        |
| Виды контроля:                               |       |             |         |             |         |             |
| Экзамен                                      | 2     | 72          | 1       | 36          | 1       | 36          |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1     | 0,4         | 1       | 0,4         | 1       | 0,4         |
| Подготовка к экзамену.                       |       | 35,6        |         | 35,6        |         | 35,6        |
| Вид итогового контроля:                      |       |             | Экзамен |             | Экзамен |             |

| 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>  |
| Лекции                                         | 1,3        | 36         | 0,4        | 12         | 0,9        | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 1,3        | 36         | 0,4        | 12         | 0,9        | 24         |

|                                              |            |            |            |           |            |           |
|----------------------------------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| Лабораторные работы (ЛР)                     | 0,9        | 24         | 0,4        | 12        | 0,4        | 12        |
| <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            | 6,5        | 0,6        | 3,7        | 0,3       | 2,8        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |            | 173,4      |            | 98,7      |            | 74,7      |
| <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 «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 учетом 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 зеленого 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        |
| <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»

**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            |
| Лабораторные работы                            | 0,44                | 16            | 12            |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,67</b>         | <b>60</b>     | <b>45</b>     |
| 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)       | 4,78        | 0,8        | 2,67                   | 0,4       | 2,11                                    | 0,4       |
| Курсовая работа                                           |             | 35,8       |                        |           |                                         | 35,8      |
| Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы) |             | 0,2        |                        |           |                                         | 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)       | 4,78        | 0,6        | 2,67                   | 0,3         | 2,11                                    | 0,3         |
| Курсовая работа                                           |             | 26,85      |                        |             |                                         | 26,85       |
| Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы) |             | 0,15       |                        |             |                                         | 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.

*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 |          | Семестр |          |    |          |
|-------------------------------|-------|----------|---------|----------|----|----------|
|                               |       |          | 3       |          | 4  |          |
|                               | ЗЕ    | Акад. ч. | ЗЕ      | Акад. ч. | ЗЕ | Акад. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины | 6     | 216      | 4       | 144      | 2  | 72       |

|                                                             |             |            |                        |           |                        |           |
|-------------------------------------------------------------|-------------|------------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| <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                   | 55,6      |
| Курсовой проект                                             |             | 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> |           | <b>курсовой проект</b> |           |

| Вид учебной работы                                          | Всего       |            | Семестр                |             |                        |            |
|-------------------------------------------------------------|-------------|------------|------------------------|-------------|------------------------|------------|
|                                                             |             |            | 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                   | 41,7       |
| Курсовой проект                                             |             | 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> |             | <b>курсовой проект</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 - УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-4, УК-2 - УК-2.3; УК-2.10, УК-3 - УК-3.3, УК-8, УК-8.4, ОПК-2, ОПК-2.6, ОПК-2.7, ОПК-2.8, ОПК-4, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.7, ОПК-4.12, ПК-1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2 - ПК-2.3, ПК-3 - ПК-3.2, ПК-4 - 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 фазой 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 расчета 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 псевдоожиженные 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                 | 12         | 432        | 6              | 216        | 6              | 216       |
| <b>Контактная работа - аудиторные занятия</b> | <b>4,4</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>5,6</b> | <b>200</b> | <b>3,2</b>     | <b>116</b> | <b>2,3</b>     | <b>84</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 5,6        | 200        | 3,2            | 116        | 2,3            | 84        |
| <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>5,6</b>  | <b>148</b> | <b>3,2</b> | <b>86</b> | <b>2,3</b> | <b>62</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 5,6         | 148        | 3,2        | 86        | 2,3        | 62        |
| <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 расчета 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 натурного 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 не взаимодействующим 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 взаимодействиях. 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 расчета 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. Техно-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 расчет 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. 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>1,33</b>      | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции                                         | 0,44             | 16         | 12         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44             | 16         | 12         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,44             | 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 ротатбельности 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         |
| 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>  | 2     | 72       | 1         | 36       | 1         | 36       |
| 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>                  |       |          | Зачет     |          | Зачет     |          |

| 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>  | 2     | 54       | 1         | 27       | 1         | 27       |
| 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>                  |       |          | Зачет     |          | Зачет     |          |

#### 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 в 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<br>академ.<br>часах | Семестр |   |   |   |
|--------------------|-----------------------|---------|---|---|---|
|                    |                       | 1       | 2 | 3 | 4 |

|                                                    |            |              |              |              |              |
|----------------------------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану    | 328        | 56           | 92           | 90           | 90           |
| <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                  | 0,8        | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,2          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 135,2      | 23,8         | 27,8         | 25,8         | 57,8         |
| <b>Вид итогового контроля:<br/>зачет / экзамен</b> |            | <b>зачет</b> | <b>зачет</b> | <b>зачет</b> | <b>зачет</b> |

| Вид учебной работы                                 | В астр. часах | Семестр      |              |              |              |
|----------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                    |               | I            | II           | III          | IV           |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану    | 246           | 42           | 69           | 67,5         | 67,5         |
| <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> |               | <b>зачет</b> | <b>зачет</b> | <b>зачет</b> | <b>зачет</b> |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Введение в информационные технологии»

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

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

#### **2. В результате изучения дисциплины 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 дисциплины 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 дисциплины**

#### **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 polyval, 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.

### **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 дисциплины и виды учебной работы**

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

|                                                | ЗЕ          | Акад.<br>ч. | ЗЕ             | Акад.<br>ч. | ЗЕ           | Акад.<br>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>3,78</b> | <b>136</b>  | <b>2,36</b>    | <b>85</b>   | <b>1,42</b>  | <b>51</b>   |
| в том числе в форме практической подготовки    | 1           | 36          | 0,5            | 18          | 0,5          | 18          |
| Лекции (Л)                                     | 0,47        | 17          | 0,47           | 17          | -            | -           |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 1,42        | 51          | 0,94           | 34          | 0,47         | 17          |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,5         | 18          | 0,25           | 9           | 0,25         | 9           |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,89        | 68          | 0,94           | 34          | 0,94         | 34          |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,5         | 18          | 0,25           | 9           | 0,25         | 9           |
| <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>   |
| Переработка учебного материала                 | 0,06        | 2           | 0,06           | 2           | -            | -           |
| Подготовка к практическим занятиям             | 0,17        | 6           | 0,06           | 2           | 0,11         | 4           |
| Подготовка к лабораторным работам              | 0,31        | 11          | 0,06           | 2           | 0,25         | 9           |
| Подготовка к экзамену                          | 0,36        | 13          | 0,36           | 13          | -            | -           |
| Подготовка к промежуточному контролю           | 0,17        | 6           | 0,06           | 2           | 0,11         | 4           |
| Другие виды самостоятельной работы             | 0,17        | 6           | 0,06           | 2           | 0,11         | 4           |
| <b>Виды контроля</b>                           |             |             |                |             |              |             |
| <b>Зачет</b>                                   |             |             | -              | -           | +            | +           |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>    | <b>36</b>   | <b>1</b>       | <b>36</b>   | -            | -           |
| Контактная самостоятельная работа              | 1           | 0,4         | 1              | 0,4         | -            | -           |
| Самостоятельно изучение разделов дисциплины    |             | 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          | Акад.<br>ч. | ЗЕ          | Астр.<br>ч.  | ЗЕ          | Астр.<br>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>3,78</b> | <b>102</b>  | <b>2,36</b> | <b>63,75</b> | <b>1,42</b> | <b>38,25</b> |
| в том числе в форме практической подготовки    | 1           | 27          | 0,5         | 13,5         | 0,5         | 13,5         |
| 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        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,5         | 13,5        | 0,25        | 6,75         | 0,25        | 6,75         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 1,89        | 51          | 0,94        | 25,5         | 0,94        | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,5         | 13,5        | 0,25        | 6,75         | 0,25        | 6,75         |
| <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> |

|                                             |      |      |                |      |              |      |
|---------------------------------------------|------|------|----------------|------|--------------|------|
| Переработка учебного материала              | 0,06 | 1,5  | 0,06           | 1,5  | -            | -    |
| Подготовка к практическим занятиям          | 0,17 | 4,5  | 0,06           | 1,5  | 0,11         | 3    |
| Подготовка к лабораторным работам           | 0,31 | 8,25 | 0,06           | 1,5  | 0,25         | 6,75 |
| Подготовка к экзамену                       | 0,36 | 9,75 | 0,36           | 9,75 | -            | -    |
| Подготовка к промежуточному контролю        | 0,17 | 4,5  | 0,06           | 1,5  | 0,11         | 3    |
| Другие виды самостоятельной работы          | 0,17 | 4,5  | 0,06           | 1,5  | 0,11         | 3    |
| <b>Виды контроля</b>                        |      |      |                |      |              |      |
| <b>Зачет</b>                                |      |      | -              | -    | +            | +    |
| <b>Экзамен</b>                              |      |      | +              | +    | -            | -    |
| Контактная самостоятельная работа           | 1    | 0,3  | 1              | 0,3  | -            | -    |
| Самостоятельно изучение разделов дисциплины |      | 26,7 |                | 26,7 |              | -    |
| <b>Вид итогового контроля:</b>              |      |      | <b>Экзамен</b> |      | <b>Зачет</b> |      |

## 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»**

##### **1.1 Правила безопасной работы в лаборатории органической химии**

Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии.

##### **1.2 Методы работы в лаборатории органической химии**

Общие методы работы в лаборатории органической химии. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание.

##### **1.3 Лабораторная посуда, оборудование и приборы**

Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Приборы для определения температуры плавления. Весы. Термометр. Роторный испаритель. Рефрактометр.

#### **Раздел 2. «Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений»**

##### **1.1 Хроматография**

Идентификация органических веществ посредством различных видов хроматографии (ТСХ, хроматография на бумаге, ионообменная хроматография, ВЭЖХ). Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания. Коэффициент распределения. Работа с капиллярами.

##### **1.2 Методы очистки жидких веществ. Перегонка**

Экстракция, для извлечения (выделения) органического вещества из воды. Экстракция с помощью делительной воронки. Высушивание экстрактов осушителем. Перегонка. Виды перегонки (фракционная, вакуумная, перегонка с паром, при атмосферном давлении). Высушивание жидкостей. Осушители. Определение температуры кипения и коэффициента преломления. Фракционная перегонка. Работа с фильтровальной бумагой. Отгонка растворителя.

##### **1.3 Методы очистки твердых веществ. Перекристаллизация**

Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Температура возгонки и температура плавления, возгоняющегося вещества. Прибор для возгонки. Переосаждение. 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 диазотирования 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>  |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,89             | 32         | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>4,11</b>      | <b>148</b> | <b>111</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 4,11             | 0,2        | 0,15       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 147,8      | 110,85     |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет</b>     |            |            |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Инструментальные методы физико-химического анализа в технологии неорганических веществ»

**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 каллиметрических 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 аналитометрологические 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 Рэлея. 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</b>  | <b>36</b> |

|                                              |                        |           |           |
|----------------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|
| Лекции                                       | 0,45                   | 16        | 12        |
| Лабораторные работы (ЛР)                     | 0,89                   | 32        | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                | <b>1,66</b>            | <b>60</b> | <b>45</b> |
| Контактная самостоятельная работа            | 1,66                   | 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 «Материаловедение в технологии неорганических веществ»

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний, необходимых для самостоятельного решения вопросов, связанных с выбором материалов оборудования производств неорганических веществ.

**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 промышленных материалов, применяемых в технологиях неорганических веществ;

- маркировку основных промышленных материалов, применяемых в технологиях неорганических веществ, по российским стандартам;

- основные конструкционные и функциональные материалы производств неорганических веществ;

*Уметь:*

- рационально подобрать конструкционный материал для химико-технологического процесса (реактора, аппарата, машины) с учетом методов защиты от возможного воздействия технологической среды;

*Владеть:*

- методами определения свойств материалов, применяемых в технологиях неорганических веществ;

- данными для принятия конкретных технических решений при разработке технологических процессов производств неорганических веществ.

### **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 использования или 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. Латуни, 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. Термореактивные 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.

Смазочные масла, пластические смазки, твердые смазочные материалы. Смазочно-охлаждающие жидкости.

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. Применение в промышленности.

## **Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.**

Выбор конструкционных материалов для конкретного технологического процесса. Выбор материалов для технологий неорганических веществ. 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 |            |           |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|-----------|
|                                                        | ЗЕ               | 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 - 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, УК-4.1, УК-4.2, ПК-1, ПК-1.1, ПК-2 - 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. Расчет ректификационной колонны.**

### **1.1. Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).**

Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массообмена. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчет гидравлического сопротивления насадки.

### **1.2. Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.**

Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчет коэффициентов массообмена, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрффи. Расчет высоты колонны на основе КПД по Мэрффи с построением кинетической линии. Расчет гидравлического сопротивления колонны.

### **1.3. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Выбор колонны.**

## **Раздел 2. Расчет и выбор теплообменников.**

Расчет и выбор теплообменников по общей схеме: -расчет тепловой нагрузки; - определение теплового режима и средней движущей силы; - приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности  $F_{ор}$ ; - 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  $F_{ор}$  и  $F_{норм}$ ; - сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов; -гидравлический расчет; - выбор оптимального варианта теплообменника.

### **2.1. Расчет кожухотрубчатого испарителя.**

### **2.2. Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).**

### **2.3. Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).**

### **2.4. Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).**

## **Раздел 3. Гидродинамические расчеты.**

### **3.1 Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов**

### **3.2. Расчет оптимальных диаметров трубопроводов**

### **3.3. Расчет и подбор насосов**

## **Раздел 4. Графическое оформление.**

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов.

## **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              | 1,56                   | 0,4       | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 55,6      | 41,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Курсовой проект</b> |           |           |

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретические основы технологии неорганических веществ»

**1. Цель дисциплины** - приобретение обучающимися знаний и основных понятий о физико-химических процессах, протекающих при проведения технологических операций переработки минерального сырья, получения продуктов и функциональных материалов в технологии неорганических веществ.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.3; ПК-6.2

*Знать:*

- физико-химические основы технологии неорганических веществ;
- общие принципы осуществления химических процессов получения неорганических функциональных материалов и продуктов;

*Уметь:*

- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции;
- управлять скоростью и полнотой протекания технологических процессов.

*Владеть:*

- основными принципами переработки минерального сырья и технологических процессов производства неорганических продуктов и материалов;
- основными способами управления интенсификации технологических процессов.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1.** Основные группы производимых неорганических веществ и их классификация. Минеральные удобрения. Функциональные неорганические материалы: катализаторы и адсорбенты. Сырье в технологии неорганических веществ и материалов.

Основные типы процессов, применяемых в производстве неорганических веществ с использованием гетерогенных систем газ-жидкость, газ-твердое, жидкость-твердое, жидкость-жидкость, жидкость-газ. Особенности химико-технологических систем технологии неорганических веществ.

Процесс растворения твердых веществ: термодинамика процесса, скорость растворения. Физическое и химическое растворение. Выщелачивание.

Кристаллизация и осаждение из растворов. Способы кристаллизации. Образование зародышей кристаллов. Гетерогенное и гомогенное образование зародышей. Рост кристаллов. Массовая кристаллизация. Старение осадка. Свойства кристаллических веществ.

Абсорбция газов жидкостями. Растворимость газов в неподвижных жидкостях. Скорость абсорбции газов неподвижными жидкостями. Абсорбция перемешиваемыми жидкостями.

Экстракция. Количественные характеристики экстракционного процесса. Типы экстрагентов и механизмы экстракции. Синергетический эффект при использовании смеси экстрагентов. Кинетика процесса экстракции. Свойства экстрагента и его выбор.

**Раздел 2.** Адсорбция, ее особенности. Структура и применение промышленных адсорбентов. Адсорбционное равновесие. Теория мономолекулярной адсорбции. Теория полимолекулярной адсорбции. Теория объемного заполнения пор. Кинетика адсорбции.

Ионный обмен. Классификация и синтез ионитов. Равновесие ионного обмена. Свойства ионитов. Набухание ионитов. Емкость ионитов. Селективность ионного обмена. Кинетика ионного обмена. Применение ионного обмена и методы его осуществления. Динамика ионного обмена.

Катализ. Механизмы и виды катализа. Кинетика гетерогенно-каталитического процесса. Структура, состав и типы катализаторов. Свойства катализаторов.

Обогащение химического сырья. Технологические показатели процесса обогащения. Способы обогащения. Флотация. Механизм процесса, способы флотации. Флотационные реагенты. Влияние размеров частиц и пузырьков воздуха на флотацию. Схемы флотации.

#### 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>1,78</b>      | <b>64</b>  | <b>48</b>  |
| Лекции                                         | 0,89             | 32         | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89             | 32         | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,22</b>      | <b>80</b>  | <b>60</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,22             | 80         | 60         |
| <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

##### «Технология неорганических функциональных материалов: катализаторы и адсорбенты»

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися углубленных знаний, необходимых специалистам в области технологии катализаторов для последующей производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности в получении продукции заданного качества и технически грамотного ее применения.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-6.1.

*Знать:*

- состав и свойства катализаторов;
- методы получения катализаторов, особенности проведения стадий производства и их влияние на свойства конечного продукта;

- основы формования и термообработки катализаторов и носителей,

- оборудование в производстве катализаторов.

*Уметь:*

- анализировать взаимосвязь состава сырья, технологических параметров и свойств получаемых катализаторов;

- обосновать и составить технологическую схему катализатора заданного состава и свойств.

- проводить исследования по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;

*Владеть:*

- знаниями технологии катализаторов заданного состава и формы;

- принципами подбора технологической схемы и оборудования в получении катализаторов для различных производственных процессов.

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

##### **Раздел 1. Основы технологии катализаторов**

##### **Введение.**

Основные понятия. Состав катализаторов, промотеры. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Свойства катализаторов: активность, селективность, удельная поверхность и пористость, механическая прочность, термостойкость, ядоустойчивость, теплопроводность, температура зажигания, стоимость. Исходное сырье при получении катализаторов. Основы и способы получения катализаторов. Типы катализаторов: смешанные, осажденные, плавные, скелетные, нанесенные, катализаторы на основе природных материалов и методы их получения. Плавные катализаторы и скелетные контактные массы: платиновый сетчатый катализатор окисления аммиака, железный катализатор синтеза аммиака. Механическое смешение

компонентов: сухой и мокрый способы, катализатор синтеза метанола. Основные стадии в производстве осажденных катализаторов: растворение, осаждение (соосаждение), фильтрование, промывка осадка, формовка катализатора, сушка, прокаливание. Осажденные катализаторы конверсии оксида углерода. Формирование кристаллической и пористой структуры катализатора на стадии осаждения. Золь-гель метод. Ионный обмен в производстве катализаторов, катализаторы с молекулярно-ситовым эффектом. Способы промывки осадков: декантация, репульпация и др.

Термическая обработка катализаторов: сушка и прокаливание. Способы сушки: вымораживание, сублимация, конвективная, контактная, распылительная. Методы регулирования пористой структуры катализаторов в процессе термообработки. Формование катализаторов и носителей: формование из суспензий, золь и растворов – газо- и жидкофазное формование (коагуляция в капле, распыление), дробление твердого материала, формование порошков (таблетирование, гранулирование окатыванием), формование паст (экструзия, вмазывание пасты). Основы экструзионного формования. Основные положения физико-химической механики дисперсных систем. Методы исследования и управления реологическими свойствами формируемых дисперсных систем.

Основные носители катализаторов (оксид алюминия, цеолиты, силикагель, активный уголь и др.), их свойства и методы получения. Способы нанесения активных компонентов на носитель: нанесение из расплавов, из растворов, из коллоидных систем. Адсорбционные и пропиточные катализаторы. Пропитка окунанием, опрыскиванием, с упариванием раствора. Регулирование глубины пропитки. Оксид алюминия как носитель и катализатор, его получение и применение. Катализаторы очистки отходящих газов.

## **Раздел 2. Технологические схемы получения катализаторов**

Технологические схемы получения катализаторов на примере катализаторов окисления монооксида углерода, катализаторов очистки выхлопных газов автотранспорта, катализаторов окисления органических веществ в сточных водах, конверсии природного газа и др. Составление схем по заданным составам и условиям использования катализаторов. Решение задач по получению осажденных и нанесенных катализаторов.

### **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</b>  |
| Лекции                                         | 0,89                   | 32         | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,89                   | 32         | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,22</b>            | <b>80</b>  | <b>60</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,22                   | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 79,6       | 59,7       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Технология неорганических веществ: каталитические процессы»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций в области технологии неорганических веществ, включая каталитические процессы и их особенность в технологии основного неорганического синтеза, а также изучение физико-химических основ и факторов, влияющих на неорганические процессы.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2

*Знать:*

- основные понятия технологии неорганических веществ и каталитических процессов, представлений о ее отличительной особенности;
- основные закономерности технологии неорганических веществ и основных неорганических продуктах связанного азота и серной кислоты.

*Уметь:*

- использовать методы исследования и определения параметров процессов основного неорганического синтеза;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;
- проводить эксперименты по заданным методикам;
- анализировать результаты экспериментов;

*Владеть:*

- методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;
- методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.

## **3 Краткое содержание дисциплины**

### **Раздел 1. Физико-химические основы и технологии процессов разделения газовых смесей сложного состава и синтеза продуктов основного неорганического синтеза**

#### **Процессы очистки газовых потоков от вредных примесей**

Каталитическое гидрирование и дегидрирование сероорганических соединений. Каталитическая очистка отходящих газов от оксида азота и серы. Адсорбционные методы очистки и разделения газов. Адсорбционная осушка газов. Адсорбционная очистка отходящих газов от оксидов углерода, серы и азота. Абсорбционная очистка газов от оксидов углерода, соединений серы. Криогенные процессы очистки и разделения газов, термодинамика процесса.

#### **Неорганические синтезы на основе газового сырья**

Синтез аммиака. Физико-химические основы синтеза. Технология процесса. Особенности энерготехнологии при получении аммиака.

Технология разбавленной азотной кислоты. Промышленные агрегаты производства разбавленной азотной кислоты, их классификация по технологическим параметрам.

Технология концентрированной азотной кислоты. Основы концентрирования разбавленной азотной кислоты и прямой способ получения концентрированной.

Технология серной кислоты. Получение серной кислоты методом двойного контактирования и двойной абсорбции (ДК-ДА).

Получение аммиачной селитры. Технология сульфата аммония. Синтез карбамида (мочевина). Технология процесса с жидкостным рециклом. Стриппинг – процесс получения мочевины.

### **Раздел 2. Особенности аппаратуры и технологического оформления процессов неорганического синтеза**

Варианты технологической реализации процессов термической переработки веществ и их сравнение по степени извлечения целевого продукта, затратам и возможности утилизации отходов. Характеристика основных аппаратов.

Конструктивные особенности электролизеров для разложения водных хлоридов.

Технологическое оформление адсорбционных процессов.

Технологические схемы синтеза аммиака и особенности оборудования.

Конструктивные особенности основного оборудования производства азотной кислоты и карбамида.

### **Раздел 3. Решения экологических проблем технологии основного неорганического синтеза**

Решения экологических проблем технологии неорганического веществ

Основные экологические проблемы и их решение при получении водорода и синтез-газов.

Проблемы охраны окружающей среды электрохимических производств.

Проблемы экологии при синтезе аммиака.

Проблемы загрязнения атмосферы отходящими газами при производстве разбавленной и концентрированной азотной кислоты.

Проблемы загрязнения окружающей среды при получении серной кислоты и пути их решения.

Детоксикация отходящих газов и очистка сточных вод в неорганическом производстве.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | ЗЕ             | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
|------------------------------------------------|----------------|------------|------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>6</b>       | <b>216</b> | <b>162</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>2,67</b>    | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Лекции                                         | 1,33           | 48         | 36         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 1,33           | 48         | 36         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,33</b>    | <b>84</b>  | <b>63</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,33           | 84         | 63         |
| <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 «Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли»

**1 Цель дисциплины** состоит в приобретении обучающимися углубленных знаний и практических навыков в области физико-химических основ и технологии получения минеральных удобрений и солей и использовании их в профессиональной деятельности.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- классификацию и химические свойства продуктов основного неорганического синтеза;
- физико-химических основ получения и использования неорганических веществ и материалов
- научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по выбранной теме;
- технологические принципы осуществления химических процессов получения, минеральных солей и удобрений;

*Уметь:*

- проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа;
- использовать методы исследования и определения параметров технологических процессов;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;
- проводить эксперименты по заданным методикам; анализировать результаты экспериментов.

*Владеть:*

- методами расчета необходимых технологических параметров на основе экспериментальных и литературных данных;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ;

– методами получения и использования неорганических веществ и материалов.

### 3 Краткое содержание дисциплины

**Раздел 1. Общие сведения о продуктах неорганической химии.** Введение. Значение продуктов технологии неорганических веществ в экономике страны. Роль удобрений в жизни растений. Сырье и энергия для производства кислот, солей и удобрений.

**Раздел 2. Равновесие и кинетика в технологии неорганических веществ.** Равновесие и кинетика в водносолевых и солеплавких системах. Применение диаграмм растворимости в технологии неорганических веществ.

**Раздел 3. Типовые процессы и операции в технологии неорганических веществ.** Растворение и кристаллизации солей, разделение солей и природных минералов, термообработка, гранулирование. Гигроскопичность и слеживаемость минеральных удобрений.

**Раздел 4. Технология основных минеральных удобрений.** Производство азотных, калийных, фосфорных, сложных, смешанных и микроудобрений. Экологические аспекты производства различных видов удобрений.

### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |            |            |
|------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
|                                                | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>6</b>               | <b>216</b> | <b>162</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>2,22</b>            | <b>80</b>  | <b>60</b>  |
| Лекции                                         | 1,72                   | 62         | 46,5       |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,5                    | 18         | 13,5       |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>3,78</b>            | <b>136</b> | <b>102</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 3,77                   | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 135,6      | 101,7      |
| <b>Виды контроля:</b>                          | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы квантовой химии неорганических веществ»

**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.

### 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        |
| <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 «Основы экспериментальных исследований в технологии неорганических веществ»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний основ методологии, принципов организации исследований в химической технологии неорганических веществ

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.3, ПК-3.3, ПК-4.2, ПК-4.3.

*Знать:*

- методы обработки результатов эксперимента;
- принципы исследования фазовых равновесий в гетерогенных системах, критерии установления равновесия;
- исследование равновесий в системах «газ - жидкость», «жидкость – твердое тело», «газ – твердое тело»;
- особенности изучения кинетики топохимических и гетерогенно-каталитических процессов

*Уметь:*

- применять теоретические знания по химии и технологии неорганических веществ при выполнении НИР и выпускной квалификационной работы;
- применять правила Гиббса для нахождения предельной размерности в исследовании равновесий и кинетики гетерогенно-каталитических реакций;
- конструировать экспериментальную установку для исследования равновесия и кинетики гетерогенных процессов;
- проводить эксперименты по заданным методикам;
- анализировать результаты эксперимента;

*Владеть:*

- планированием и проведением научных исследований в области технологии неорганических веществ;
- способами поиска, сбора и анализа информации;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;
- методами математической обработки результатов эксперимента.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Экспериментальные методы исследований в химической технологии неорганических веществ.**

1.1. Эксперимент в химической технологии. Научные исследования: фундаментальные, поисковые, прикладные и разработки. Основные задачи экспериментальных исследований в химической технологии. Математическая обработка результатов эксперимента.

1.2. Планирование эксперимента. Лабораторное оборудование. Измерение температуры. Создание изотермических условий. Измерение расходов жидкости и газа. Создание высоких и низких давлений

### **Раздел 2. Изучение фазового равновесия в гетерогенных системах.**

2.1. Основные принципы изучения фазовых равновесий, вытекающие из концепции динамического равновесия. Использование правила фаз Гиббса для нахождения предельной размерности в исследованиях фазовых равновесий. Критерии установления практического равновесия.

2.2. Основные методы изучения равновесия: статический, динамический. Исследование равновесия в системе жидкость - твердое тело. Исследование равновесия в системе газ - жидкость.

2.3. Исследование равновесия в системе газ - твердое тело. Основные типы систем, параметры и интервал их изменения. Применение методов инструментальных физико-химических методов анализа, физических методов *in situ*.

### **Раздел 3. Изучение кинетики гетерогенных реакций.**

3.1. Исследование кинетики каталитических реакций в системах газ - катализатор и жидкость - катализатор; общие принципы, лимитирующие стадии. Проточный реактор идеального вытеснения и его модель применительно к обратной задаче. Интегральный и дифференциальный реакторы. Циркуляционные установки. Сравнительная характеристика проточных и циркуляционных реакторов.

3.2. Термический анализ. Возможности метода.

#### **.4 Объем учебной дисциплины:**

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины       |            |            |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
|                                                    | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>6</b>               | <b>216</b> | <b>162</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>2,7</b>             | <b>96</b>  | <b>73</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>5,1</b>             | <b>184</b> | <b>138</b> |
| Лекции                                             | 0,4                    | 16         | 12         |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,4                    | 16         | 12         |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 1,8                    | 64         | 48         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 1,8                    | 64         | 48         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>3,3</b>             | <b>120</b> | <b>89</b>  |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 3,3                    | 120        | 89         |
| Контактная самостоятельная работа                  | 3,3                    | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 119,6      | 88,7       |
| <b>Вид контроля:</b>                               | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы исследований в технологии неорганических веществ»**

**1 Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний основ методов и принципов организации исследований в химической технологии неорганических веществ

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.3, ПК-3.3, ПК-4.2, ПК-4.3.

*Знать:*

- основные конструкционные материалы, лабораторное оборудование для измерения и контроля давления, температуры, скорости газовых потоков;
- методы создания низких и высоких давлений и температур;
- основные принципы исследования равновесий в гетерогенных системах и кинетики топохимических и гетерогенно-каталитических процессов;
- методы физико-химического анализа, применяемые для анализа результатов эксперимента

*Уметь:*

- применять теоретические знания по химии и технологии неорганических веществ при выполнении НИР и выпускной квалификационной работы;
- осуществлять выбор конструкционных материалов и монтаж лабораторной установки;
- проводить эксперименты по заданным методикам;
- анализировать результаты эксперимента;

*Владеть:*

- методами теоретического и экспериментального исследования равновесия и кинетики производства неорганических веществ и материалов;
- способами поиска, сбора и анализа информации;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;

– методами математической обработки результатов эксперимента.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Эксперимент в химической технологии неорганических веществ.**

1.1. Экспериментальные исследования в химической технологии. Математическая обработка результатов эксперимента. Конструкционные материалы, применяемые в лаборатории.

1.2. Приборы для измерения и контроля скорости газового потока, температуры и давления. Принципы изучения равновесия в гетерогенных системах: статический, динамический. Типы систем, параметры и интервал их изменения. Основные методы физико-химического анализа

#### **Раздел 2. Принципы исследования фазового равновесия**

2.1. Методы изучения фазовых равновесий, вытекающие из концепции динамического равновесия. Применение правила фаз Гиббса для нахождения предельной размерности в исследованиях фазовых равновесий.

2.2. Изучение равновесия в системе «жидкость - твердое тело». Исследование равновесия в системе «газ - жидкость».

2.3. Исследование равновесия в системе «газ - твердое тело». Основные типы систем, параметры и интервал их изменения. Применение методов инструментальных физико-химических методов анализа, физических методов *in situ*.

#### **Раздел 3. Исследование кинетики топохимических и каталитических реакций**

3.1. Исследование кинетики топохимических и каталитических реакций в системах газ - катализатор и жидкость - катализатор; общие принципы, лимитирующие стадии. Многокомпонентные системы, принципы "исключения" компонентов при определении констант и коэффициентов.

3.2. Термический анализ твердых веществ. Возможности метода дериватографии и ТГ/ДСК.

#### **4 Объем учебной дисциплины:**

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины       |            |            |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
|                                                    | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>6</b>               | <b>216</b> | <b>162</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>2,7</b>             | <b>96</b>  | <b>73</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>5,1</b>             | <b>184</b> | <b>138</b> |
| Лекции                                             | 0,4                    | 16         | 12         |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,4                    | 16         | 12         |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 1,8                    | 64         | 48         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 1,8                    | 64         | 48         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>3,3</b>             | <b>120</b> | <b>89</b>  |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 3,3                    | 120        | 89         |
| Контактная самостоятельная работа                  | 3,3                    | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 119,6      | 88,7       |
| <b>Вид контроля:</b>                               | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы проектирования и оборудование химических производств»**

**1 Цель дисциплины** состоит в приобретении обучающимися углубленных знаний и практических навыков по основам проектирования технологического оборудования химических производств и использовании их в профессиональной деятельности.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1, ПК-5.1, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

– основные тенденции развития химической технологии;

- основные стадии проектирования предприятий химической промышленности;
- исходные данные для проектирования промышленного химического производства;
- последовательность выполнения проектных расчетов, особенности выполнения материальных и тепловых расчетов типовых процессов неорганической химии;
- требования, предъявляемые к технологическому оборудованию;
- классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов;

#### *Уметь:*

- давать технико-экономическое обоснование проекта;
- выбирать стандартные элементы технологических аппаратов и проводить инженерные расчеты по данным источников технической литературы;
- выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании
- анализировать результаты расчетов;
- анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;
- составлять спецификацию технологического оборудования;
- использовать пакеты прикладных программ для оформления графической части КП и ДП химико-технологических аппаратов и технологических схем;

#### *Владеть:*

- навыками поиска, пользования и анализа технической документации;
- навыками разработки принципиальной и технологической схемы производства и ее комплектования необходимым оборудованием;
- навыками разработки и графического изображения аппаратурно-технологических схем, типового оборудования и его отдельных узлов с помощью программных средств для построения технологических аппаратов и схем.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1.** Введение в проектирование. Основы проектирования химического оборудования.

1.1. Химические предприятия, структура. Основные этапы и организация проектирования химических производств.

1.2. Критерии выбора конструкционных материалов. Классификация технологического оборудования.

1.3. Классификация сил и напряжений, причины возникновения и их последствия. Классификация деформаций.

1.4. Технико-экономическое обоснование проекта. Исходные данные для проектирования промышленного химического производства.

#### **Раздел 2.** Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования.

2.1. Мембранная теория в механических расчетах и основные допущения. Основы механического расчета отдельных элементов технологических аппаратов с использованием данных справочной технической литературы.

2.2. Классификация и расчет тонкостенных оболочек на прочность, жесткость и устойчивость конструкции. Эпюры сил и изгибающих моментов, возникающих в оболочке аппарата.

2.3. Фланцы, назначение, классификация, расчет и основные параметры для выбора стандартных элементов по справочной технической литературе.

2.4. Классификация, конструкция и механический расчет теплообменных аппаратов жесткой конструкции и с компенсацией температурных напряжений; колонных аппаратов, аппаратов высокого давления, реакционного оборудования.

#### **Курсовой проект**

3.1. Принципиальная технологическая схема и ее комплектование основным и вспомогательным оборудованием.

3.2. Балансовые и механические расчеты типового технологического оборудования.

3.3. Чертежи технологической схемы и основного технологического аппарата с применением пакета прикладных программ.

### **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                           | Всего |             | Семестр   |             |                 |             |
|----------------------------------------------|-------|-------------|-----------|-------------|-----------------|-------------|
|                                              |       |             | 7 семестр |             | 8 семестр       |             |
|                                              | ЗЕ    | Акад.<br>ч. | ЗЕ        | Акад.<br>ч. | ЗЕ              | Акад.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 6     | 216         | 4         | 80          | 2               | 16          |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 2,24  | 80          | 1,79      | 64          | 0,44            | 16          |
| Лекции                                       | 0,89  | 32          | 0,89      | 32          | 0,44            | 16          |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 1,33  | 48          | 0,89      | 32          | 0,44            | 16          |
| Лабораторные работы (ЛР)                     | -     | -           | -         | -           | -               | -           |
| Самостоятельная работа                       | 2,76  | 100         | 1,22      | 44          | 1,56            | 56          |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,76  | 0,8         | 1,22      | -           | 1,56            | 0,4         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 99,2        |           | 44          |                 | 55,6        |
| Виды контроля:                               |       |             |           |             |                 |             |
| Экзамен                                      | 1     | 36          | 1         | 36          | -               | -           |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1     | 0,4         | 1         | 0,4         | -               | -           |
| Подготовка к экзамену.                       |       | 35,6        |           | 35,6        |                 | -           |
| Вид итогового контроля:                      |       |             | Экзамен   |             | Курсовой проект |             |

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Оборудование и основы проектирования производств  
основного неорганического синтеза»**

**1 Цель дисциплины** состоит в приобретении обучающимися углубленных знаний и практических навыков по основам проектирования технологического оборудования химических производств и использовании их в профессиональной деятельности.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1, ПК-5.1, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основное и вспомогательное оборудование для технологии неорганических веществ;
- принципы организации и стадии проектирования предприятий химической промышленности;
- основы выполнения материальных и тепловых расчетов процессов технологии неорганических веществ;
- классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов;

*Уметь:*

- выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании
- анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;
- составлять спецификацию технологического оборудования;

*Владеть:*

- навыками оформления чертежей с помощью программных средств.
- способами и приемами составления производственных линий.

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Введение в проектирование. Основы проектирования химических производств.**

Химическое предприятие, структура. Основные этапы и организация проектирования химических производств. Предпроектная проработка. Техническое обоснование на проектирование и

строительство промышленного объекта. Техничко-экономическое обоснование как основной предпроектный документ. Задание на проектирование.

Проектный период. Одностадийное (техничко-рабочий проект) и двухстадийное (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. Расчет основного и вспомогательного оборудования**

Характеристики конструкционных материалов, критерии их выбора в соответствии с назначением технологического оборудования и условиями его эксплуатации. Классификация материалов, химико-технологических процессов и оборудования. Общие требования к оборудованию, предусмотренные основными нормативными документами. Правила конструирования технологического оборудования и технология его изготовления.

Классификация, конструкция и расчет теплообменных аппаратов, колонных аппаратов, аппаратов высокого давления, реакционного оборудования. Расчет основного оборудования: колонны синтеза, контактные аппараты, аппараты высокого давления, адсорберы, абсорберы и др. Вспомогательное оборудование: фильтровальные установки, насосы, сушильное оборудование.

## **Раздел 3. Курсовой проект**

Выбор технологической схемы и ее комплектование основным и вспомогательным оборудованием. Материальный и тепловой расчеты оборудования. Чертежи технологической схемы и основного технологического аппарата с применением пакета прикладных программ

### **4 Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                           | Всего |             | Семестр   |             |                 |             |
|----------------------------------------------|-------|-------------|-----------|-------------|-----------------|-------------|
|                                              |       |             | 7 семестр |             | 8 семестр       |             |
|                                              | ЗЕ    | Акад.<br>ч. | ЗЕ        | Акад.<br>ч. | ЗЕ              | Акад.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 6     | 216         | 4         | 80          | 2               | 16          |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 2,24  | 80          | 1,79      | 64          | 0,44            | 16          |
| Лекции                                       | 0,89  | 32          | 0,89      | 32          | 0,44            | 16          |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 1,33  | 48          | 0,89      | 32          | 0,44            | 16          |
| Лабораторные работы (ЛР)                     | -     | -           | -         | -           | -               | -           |
| Самостоятельная работа                       | 2,76  | 100         | 1,22      | 44          | 1,56            | 56          |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,76  | 0,8         | 1,22      | -           | 1,56            | 0,4         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 99,2        |           | 44          |                 | 55,6        |
| Виды контроля:                               |       |             |           |             |                 |             |
| Экзамен                                      | 1     | 36          | 1         | 36          | -               | -           |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1     | 0,4         | 1         | 0,4         | -               | -           |
| Подготовка к экзамену.                       |       | 35,6        |           | 35,6        |                 | -           |
| Вид итогового контроля:                      |       |             | Экзамен   |             | Курсовой проект |             |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Адсорбция в технологии неорганических веществ»**

**1 Цель дисциплины** состоит в приобретении обучающимися знаний и формировании компетенций в области адсорбционных технологий по профилю технологии неорганических веществ.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-6.1

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основные понятия в теории адсорбции и свойства адсорбционных систем;
- типы промышленных адсорбентов;
- особенности массо- и теплопереноса при адсорбции и десорбции;
- классификацию адсорбционных процессов по способам регенерации адсорбентов;
- основные принципы организации адсорбционных процессов на примерах получения неорганических продуктов;
- основные технологические и аппаратурные особенности процессов.

*Уметь:*

- находить взаимосвязь между природой системы адсорбтив-адсорбент и процессами, которые могут в ней протекать; правильно сформулировать задачу при постановке адсорбционных исследований и разработать путь ее решения;
- подобрать адсорбенты для конкретных процессов;
- составить и рассчитать материальный и тепловой балансы процесса, исходя из заданных условий;
- составить принципиальную схему и провести технологический расчет адсорбционной установки.
- проводить эксперименты по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов.

*Владеть:*

- методами получения и обработки экспериментальных данных по адсорбционным системам;
- методами анализа результатов определения термодинамических характеристик адсорбционных систем;
- методами расчета и организации адсорбционных процессов;
- сведениями об особенностях адсорбционных технологий и оборудования.

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1.** Физико-химические и инженерные основы адсорбционных процессов получения неорганических веществ.

1.1. Введение. Основные понятия в теории адсорбции.

1.2. Краткие сведения о промышленных адсорбентах.

1.3. Адсорбционное равновесие.

1.4. Кинетика адсорбции.

1.5. Массообмен в адсорбционных процессах. Распределения концентрации вещества в слое адсорбента в моделях фронтальной изотермической равновесной и неравновесной динамики адсорбции. Расчет продолжительности стадии адсорбции по уравнениям Шилова и ЖЗТ.

**Раздел 2.** Технология адсорбционных процессов.

2.1. Методы реактивации и регенерации адсорбентов. Классификация адсорбционных процессов по способам регенерации. Процессы с однократным использованием адсорбента.

2.2. Процессы с реактивацией адсорбента. Применение активированных углей в процессе водоподготовки. Типы адсорберов и технологический режим водоподготовки.

2.3. Циклические процессы (процессы с регенерацией адсорбента), принципы построения циклограмм, организация процессов, подбор адсорбентов, примеры использования. Дезактивация адсорбентов, ее причины и возможности устранения.

2.4. Процессы осушки газов с термической регенерацией адсорбента. Принципиальная схема, технология процесса, адсорбенты-осушители, конструктивные особенности основного оборудования.

2.5. Короткоцикловые процессы с безнагревной регенерацией адсорбента. Осушка газов. Адсорбционное разделение воздуха на цеолитах с получением кислорода. Адсорбционное разделение воздуха на углеродных молекулярных ситах с получением азота. Основные технологические и аппаратурные особенности процессов.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                            | Объем дисциплины       |            |            |
|------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
|                                                | ЗЕ                     | Акад.<br>ч | Астр.<br>ч |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>81</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,3</b>             | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции                                         | 0,9                    | 32         | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,4                    | 16         | 12         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>            | <b>1,7</b>             | <b>60</b>  | <b>45</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,7                    | 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 «Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ»

**1 Цель дисциплины** состоит в приобретении обучающимися углубленных знаний и практических навыков в области технологии чистых веществ и реактивов и использовании их в профессиональной деятельности.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-6.1

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- требования к чистым веществам и реактивам, их классификацию;
- теоретические и практические основы их получения и применения;
- особенности их производства и контроля;
- экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения.

*Уметь:*

- использовать методы исследования и определения параметров и показателей процессов получения чистых веществ и реактивов;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;
- выбирать конструкционные материалы для процессов получения реактивов и особо чистых веществ;
- проводить эксперименты по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;
- применять знания, полученные в результате изучения дисциплины, при выборе современных и инновационных технологий, при написании научных статей, отчетов и выпускной квалификационной работы.

*Владеть:*

- основными навыками работы с реактивами и особо чистыми веществами, в т.ч. с каталогами их отечественных и зарубежных производителей;
- умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению чистых веществ и реактивов;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения;
- навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы;
- методами определения качества чистых веществ и реактивов.

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

**Раздел 1.** Химические методы очистки неорганических веществ.

1.1. Введение. Основные понятия и номенклатура чистых веществ.

- 1.2. Источники загрязнений в технологии получения чистых веществ.
- 1.3. Конструкционные материалы, используемые в технологии неорганических реактивов.
- 1.4. Методы очистки через газовую фазу.
- 1.5. Методы очистки через жидкую фазу.

## **Раздел 2. Физико-химические методы очистки неорганических веществ.**

- 2.1. Процессы кристаллизационной очистки.
- 2.2. Метод адсорбционной очистки.
- 2.3. Экстракционные методы очистки.
- 2.4. Дистилляционные методы очистки.
- 2.5. Ионообменный метод получения чистых веществ.
- 2.6. Мембранные методы очистки и разделения жидких и газовых сред

## **4 Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                            | Объем дисциплины       |            |            |
|------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
|                                                | ЗЕ                     | Акад.<br>ч | Астр.<br>ч |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>81</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,3</b>             | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции                                         | 0,9                    | 32         | 24         |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,4                    | 16         | 12         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>            | <b>1,7</b>             | <b>60</b>  | <b>45</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,7                    | 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 «Научные исследования в химической технологии»**

**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-2.3, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3,

*Знать:*

- порядок планирования, проведения и обеспечения 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 методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

## Раздел 1. Исследования в области химической технологии

Разработка составов растворов и технологических параметров процессов химической технологии

**Раздел 2. Исследования в области очистки сточных вод и газовых выбросов** Состав сточных вод и газовых выбросов, физико-химический анализ, современные технологий очистки выбросов. Методы ХПК, атомно-абсорбционной спектрометрии, масс-спектрометрии с индукционно-связанной плазмой, спектрофотометрии для качественного и количественного контроля при регенерации и утилизации техногенных отходов.

## Раздел 3. Исследования в области технологии функциональных материалов

Синтез катализаторов и адсорбентов и их анализ.

### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины       |            |            |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
|                                                    | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>6</b>               | <b>216</b> | <b>162</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>2,67</b>            | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>6</b>               | <b>216</b> | <b>162</b> |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 2,67                   | 96         | 72         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 2,67                   | 96         | 72         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>3,33</b>            | <b>120</b> | <b>90</b>  |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 3,33                   | 120        | 90         |
| Контактная самостоятельная работа                  | 1                      | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 119,6      | 89,7       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Практикум по химической технологии»

**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-2.3, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3,

*Знать:*

- порядок планирования, проведения и обеспечения 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 методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода.

### 3 Краткое содержание дисциплины

#### Раздел 1. Исследования в области химической технологии

Разработка составов растворов и технологических параметров процессов химической технологии. Анализ минерального сырья, проведение переработки минерального сырья. Исследование электрофлотационного процесса твердой фазы из водных растворов. Анализ современных технологий очистки сточных вод производства печатных плат. Исследование влияния заряда и размера частиц на процессы флотации и фильтрации.

#### Раздел 2. Исследования в области очистки сточных вод и газовых выбросов

Состав сточных вод и газовых выбросов, физико-химический анализ, современные технологии очистки выбросов. Методы ХПК, атомно-абсорбционной спектроскопии, масс-спектрометрии с индукционно-связанной плазмой, спектрофотометрии для качественного и количественного контроля при регенерации и утилизации техногенных отходов.

#### Раздел 3. Исследования в области технологии функциональных материалов

Синтез катализаторов и адсорбентов и их анализ. Модифицирование природных материалов.

#### 4 Объем учебной дисциплины

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины       |            |            |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
|                                                    | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>6</b>               | <b>216</b> | <b>162</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>2,67</b>            | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>6</b>               | <b>216</b> | <b>162</b> |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 2,67                   | 96         | 72         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 2,67                   | 96         | 72         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>3,33</b>            | <b>120</b> | <b>90</b>  |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 3,33                   | 120        | 90         |
| Контактная самостоятельная работа                  | 1                      | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 119,6      | 89,7       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

### 5.4 Практика

#### Аннотация рабочей программы

##### «Учебной практики: ознакомительной практики»

**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 электронным 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 учетом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю изучаемой программы бакалавриата.

#### **4 Объем практики**

| Вид учебной работы                                 | Объем практики         |            |           |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|-----------|
|                                                    | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость практики</b>                 | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>81</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 3                      | 108        | 81        |
| Контактная самостоятельная работа                  | 3                      | 0,4        | 0,3       |
| Самостоятельное изучение разделов практики         |                        | 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: технологической (проектно-технологической) практики»**

**1 Цель практики** – получение профессиональных умений и опыта профессиональной

деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики, практическое ознакомление со структурой предприятия, с основным технологическим оборудованием и изучение процессов производства основных видов неорганических веществ, а также химической продукции.

## **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-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

*Знать:*

- технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое при получении неорганических веществ и материалов;
- 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 неорганических веществ и материалов;
- анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.

*Владеть:*

- методами подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;
- методами осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом.

## **3 Краткое содержание практики**

### **Раздел 1. Ознакомление со структурой предприятия и технологией производства неорганических веществ и материалов**

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 производству неорганических веществ и материалов. 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 практики |             |             |
|----------------------------------------------------|----------------|-------------|-------------|
|                                                    | ЗЕ             | Акад.<br>ч. | Астр.<br>ч. |
| <b>Общая трудоемкость практики</b>                 | <b>3</b>       | <b>108</b>  | <b>81</b>   |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</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 практики         |                        | 107,6      | 80,7      |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> |                        | 107,6      | 80,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |           |

### Аннотация рабочей программы «Производственной практики: научно-исследовательской работы»

**1 Цель практики** – формирование профессиональных компетенций и приобретение навыков в области технологии неорганических веществ посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности.

**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-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.

*Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- теоретические основы химической технологии;
- свойства химических элементов, соединений и функциональных 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 научных 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 научных исследований**

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

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

Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов.

#### **Раздел 2. Подготовка научного доклада и презентации**

Анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета.

### **4 Объем практики**

| Вид учебной работы                                 | Объем практики |            |            |
|----------------------------------------------------|----------------|------------|------------|
|                                                    | ЗЕ             | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость практики</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>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>7</b>       | <b>252</b> | <b>189</b> |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 2,67           | 96         | 72         |

|                                                    |                        |            |            |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 2,67                   | 96         | 72         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>4,33</b>            | <b>156</b> | <b>117</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 4,33                   | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов практики         |                        | 155,6      | 116,7      |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> |                        | 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-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3.

*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. Организация и осуществление научно-исследовательской и производственной деятельности**

Цели и задачи преддипломной практики. Организационно-методические мероприятия.

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 2. 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 практики |            |            |
|----------------------------------------------------|----------------|------------|------------|
|                                                    | ЗЕ             | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость практики</b>                 | <b>9</b>       | <b>324</b> | <b>243</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>9</b>       | <b>324</b> | <b>243</b> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>9</b>       | <b>324</b> | <b>243</b> |

|                                                    |                        |       |       |
|----------------------------------------------------|------------------------|-------|-------|
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 9                      | 324   | 243   |
| Контактная самостоятельная работа                  | 9                      | 0,4   | 0,3   |
| Самостоятельное изучение разделов практики         |                        | 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**

**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;
- физико-химические основы химической технологии, 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**

| 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. Смысловой 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.<br>ч. | ЗЕ    | Акад.<br>ч. | ЗЕ    | Акад. ч. |
|----------------------------------------------|-----|-------------|-------|-------------|-------|----------|
| Общая трудоемкость дисциплины                | 4,0 | 144,0       | 2,0   | 72,0        | 2,0   | 72,0     |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 1,8 | 64          | 0,9   | 32,0        | 0,9   | 32,0     |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 1,8 | 64,0        | 0,9   | 32,0        | 0,9   | 32,0     |
| Самостоятельная работа                       | 2,2 | 80,0        | 1,1   | 40,0        | 1,1   | 40,0     |
| Контактная самостоятельная работа            | 2,2 | 0,4         | 1,1   | 0,2         | 1,1   | 0,2      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |     | 79,6        |       | 39,8        |       | 39,8     |
| Виды контроля:                               |     |             |       |             |       |          |
|                                              |     |             | Зачет |             | Зачет |          |

| Вид учебной работы                           | Всего |             | Семестр   |             |           |          |
|----------------------------------------------|-------|-------------|-----------|-------------|-----------|----------|
|                                              |       |             | 5 семестр |             | 6 семестр |          |
|                                              | ЗЕ    | Астр.<br>ч. | ЗЕ        | Астр.<br>ч. | ЗЕ        | Астр. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 4     | 108         | 2         | 54,0        | 2         | 54       |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 1,8   | 48          | 0,9       | 24          | 0,9       | 24       |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 1,8   | 48          | 0,9       | 24          | 0,9       | 24       |
| Самостоятельная работа                       | 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    |
| Виды контроля:                               |       |             |           |             |           |          |
| Виды итогового контроля:                     |       |             | 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:*

- приемами 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 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, противогаза 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

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 видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для 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**

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием:

Автоматический адсорбционный анализатор удельной поверхности и пористости Nova 1200e Quantachrome США – используется для определения текстурных характеристик материалов (объема и размера пор, удельной поверхности) по изотермам адсорбции- десорбции азота при 77 К; Адсорбционная установка для исследования равновесной адсорбции газов, Пресс Pike IR с цифровым датчиком давления - используется для прессования гранул катализаторов из порошков; Центрифуга ОПН для разделения твердой и жидкой фаз; УФ-вид спектрофотометр СФ-2000; спектрофотометр ЮНИКО; спектрофотометры КФК-3; Пламенный спектрофотометр ФПА-2-01 для определения концентрации щелочных и щелочно-земельных металлов в растворах; Счетчик прецизионный газовый SHINAGAWA с жидкостным затвором; Термостаты жидкостные; Электромеханические мешалки; Весы аналитические OHAUS PA, весы лабораторные электронные KERN 440-43n, весы лабораторные DL-300, весы технические Ek 600, лабораторные электронные весы BK-600; Сушильные шкафы SNOL; рН-метры-иономеры; Аквадистилляторы; Анализатор ХПК «Эксперт-001-ХПК» (портативный); Колбонагреватели; Магнитные мешалки; Кондуктометр «Эксперт-002»; Насосы вакуумные; Печи муфельные SNOL; Фотометр фотоэлектрический Юнико 1201.

### **6.2.2 Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты иллюстрационного материала к лекционным курсам; наборы образцов функциональных материалов (катализаторов, адсорбентов, минеральных удобрений и др.); плакаты типовых постеров НИР и стендовых докладов на конференциях; наборы продукции промышленных предприятий;

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

### **6.2.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

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 на 01.01.2022 составляет 1 719 785 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 20 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 5 экземпляров дополнительной литературы на 25 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**

| <b>№</b> | <b>Электронный ресурс</b>                    | <b>Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | Принадлежность – сторонняя<br>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»<br>Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021<br><br>Сумма договора – 498445-10<br><br>С 26.09.2021 по 25.09.2022<br><br>Договор от 26.09.2022 № 33.03-Р-3.1-5182/2022.<br><br>Сумма договора – 569396-06<br><br>С 26.09.2022 по 25.09.2023<br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> | Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором. |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|  | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»<br/>Договор от 26.09.2021<br/>№ 33.03-Р-3.1-3825/2021</p> <p>Сумма договора – 283744-98</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Договор от 26.09.2022 № 33.03-Р-3.1-5181/2022.</p> <p>Сумма договора – 374384-40</p> <p>С 26.09.2022 по 25.09.2023</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.</p> <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p> | <p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.</p> |
|  | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»<br/>Договор от 26.09.2021<br/>№ 33.03-Р-3.1-3825/2021</p> <p>Сумма договора – 283744-98</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</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.</p>                                                                                                                                                                                                | <p>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.</p>                                                                                                                  |

|   |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                       | Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2 | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера                                                                                                                                                                                                             | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».     | Принадлежность сторонняя.<br>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр»<br><br>Контракт от 24.12.2021<br>216-277ЭА/2021<br><br>Сумма договора – 887 604-00<br><br>С 01.01.2022 по 31.12.2022<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<br>РАН                                       | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора- ВИНТИ<br/>РАН<br/>Договор от 20.04.2022<br/>№ 33.03-Р-3.1-4426/2022</p> <p>Сумма договора - 100 000-00</p> <p>С 20.04.2022 по 19.04.2023</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a></p> <p>Количество ключей –<br/>локальный доступ для<br/>пользователей РХТУ в ИБЦ<br/>РХТУ.</p>                                                                                                                         | Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов                                                                                                                                           |
| 6 | Научно-<br>электронная<br>библиотека<br>«eLibrary.ru» | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Реквизиты договора –<br/>ООО Научная электронная<br/>библиотека,<br/>Договор от 24.12.2021<br/>№ SU-364/2021/33.03-Р-3.1-<br/>4085/2021</p> <p>Сумма договора – 1 309 275-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ после<br/>персональной регистрации на<br/>сайте НЭБ.</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. |
| 7 | Справочно-<br>правовая<br>система<br>Гарант»          | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Контракт от 27.12.2021<br/>№ 215-274ЭА/2021</p> <p>Сумма контракта 680 580-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – доступ<br/>для пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен</p>                                                                                                                                                                     | Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8 | Электронно-<br>библиотечная                           | Принадлежность – сторонняя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников                                                                                                                                                                                                                                                              |

|    |                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                         |
|----|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | система<br>издательства<br>«ЮРАЙТ»                     | <p>«Электронное издательство ЮРАЙТ»<br/>Договор от 16.03.2022<br/>№ 33.03-Л-3.1-4377/2022</p> <p>Сумма договора – 478 304.00</p> <p>С 16.03.2022 по 15.03.2023</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>                       | и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов. |
| 9  | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | <p>Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс»<br/>Договор от 16.03.2022<br/>№ 33.03-Р-3.1-4375/2022</p> <p>Сумма договора – 258 488 - 00</p> <p>С 16.03.2022 по 15.03.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <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 ООО «ЗНАНИУМ»,<br/>Договор от 06.04.2022<br/>№ 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022</p> <p>Сумма договора – 31 500-00</p> <p>С 06.04.2022 по 05.04.2023</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 | Принадлежность – сторонняя<br>ООО «Научная электронная библиотека»<br>Договор от 11.04.2022<br>№ 33.03-Л-3.1-4376/2022<br>Сумма договора – 108 000-00<br>С 11.04.2022 по 10.04.2023<br>Ссылка на сайт –<br><a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br>Количество ключей –<br>локальный доступ для<br>сотрудников ИБЦ. | 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** 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** 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** 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**

1. Русский язык (как иностранный)
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. Информатика
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 энерго- и ресурсосберегающих 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 неорганических веществ
27. Материаловедение в технологии неорганических веществ
28. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
29. Теоретические основы технологии неорганических веществ
30. Технология катализаторов
31. Технология неорганических веществ: каталитические процессы
32. Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли
33. Основы квантовой химии неорганических веществ
34. Основы экспериментальных исследований в технологии неорганических веществ
35. Методы исследований в технологии неорганических веществ
36. Основы проектирования и оборудование химических производств
37. Оборудование и основы проектирования производств основного неорганического синтеза
38. Адсорбция в технологии неорганических веществ
39. Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ
40. Научные исследования в химической технологии
41. Практикум по химической технологии
42. Учебная практика: ознакомительная практика
43. Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
44. Производственная практика: научно-исследовательская работ
45. Производственная практика: преддипломная практика
46. Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
47. Перевод научно-технической литературы
48. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях

входящих в ООП по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**, профиль **Технология неорганических веществ**, 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, ситуационные задания, 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

1. Русский язык (как иностранный)
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. Информатика
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 энерго- и ресурсосберегающих 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 неорганических веществ
27. Материаловедение в технологии неорганических веществ
28. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
29. Теоретические основы технологии неорганических веществ
30. Технология катализаторов
31. Технология неорганических веществ: каталитические процессы
32. Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли
33. Основы квантовой химии неорганических веществ
34. Основы экспериментальных исследований в технологии неорганических веществ
35. Методы исследований в технологии неорганических веществ
36. Основы проектирования и оборудование химических производств
37. Оборудование и основы проектирования производств основного неорганического синтеза
38. Адсорбция в технологии неорганических веществ
39. Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ
40. Научные исследования в химической технологии
41. Практикум по химической технологии

42. Учебная практика: ознакомительная практика
43. Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
44. Производственная практика: научно-исследовательская работ
45. Производственная практика: преддипломная практика
46. Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
47. Перевод научно-технической литературы
48. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях

входящих в ООП по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**, профиль **Технология неорганических веществ** выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНАМ, ПРАКТИКАМ И ГИА**

1. Русский язык (как иностранный)
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. Информатика
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 энерго- и ресурсосберегающих 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 неорганических веществ
27. Материаловедение в технологии неорганических веществ
28. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
29. Теоретические основы технологии неорганических веществ
30. Технология катализаторов
31. Технология неорганических веществ: каталитические процессы
32. Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли
33. Основы квантовой химии неорганических веществ
34. Основы экспериментальных исследований в технологии неорганических веществ
35. Методы исследований в технологии неорганических веществ
36. Основы проектирования и оборудование химических производств
37. Оборудование и основы проектирования производств основного неорганического синтеза
38. Адсорбция в технологии неорганических веществ
39. Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ

40. Научные исследования в химической технологии
41. Практикум по химической технологии
42. Учебная практика: ознакомительная практика
43. Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
44. Производственная практика: научно-исследовательская работ
45. Производственная практика: преддипломная практика
46. Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
47. Перевод научно-технической литературы
48. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях

входящих в ООП по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**, профиль **Технология неорганических веществ**, 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 неорганических веществ**, 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 неорганических веществ**, выполнен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью данной ООП.