

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

\_\_\_\_\_ А.Г. Мажуга

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА СПЕЦИАЛИТЕТА**

**по специальности**

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

(Код и наименование специальности)

**Специализация №1**

**«Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»**

(Наименование специализации)

форма обучения:

**очная**

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: **Инженер**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.,

Протокол №

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

Москва, 2020

Разработчики основной образовательной программы (ООП) специалитета:

К.Т.Н., доцент \_\_\_\_\_ Е.А. Тюпина \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

К.Х.Н., доцент \_\_\_\_\_ О.М. Клименко \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

ООП специалитета обсуждена и одобрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе протокол №\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе  
д.х.н., профессор \_\_\_\_\_ С.И. Степанов  
(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О. Фамилия)

Согласовано:  
начальник Учебного управления \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров  
(подпись)

Программа специалитета по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация: «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета Института материалов современной энергетики и нанотехнологии

протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Согласовано:  
Заместитель директора по научной работе \_\_\_\_\_ АО «ВНИИХТ»  
(должность согласующего лица) (название организации)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_ Ю.М. Трубаков  
(подпись) (И. О. Фамилия)

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1. Основная образовательная программа высшего образования (уровень специалитета)** (далее – программа специалитета, ООП специалитета), реализуемая в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» представляет собой комплекс основных характеристик образования, организационно-педагогических условий, форм аттестации который представлен в виде общей характеристики программы специалитета, учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин, программ практик, оценочных средств, методических материалов.

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

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 № 1291 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики (уровень специалитета)»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

### **1.3. Общая характеристика программы специалитета**

**Целью программы специалитета** является создание обучающимся 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 специалитета допускается только в образовательной организации высшего образования и научной организации (далее – организация).

Обучение по образовательной программе высшего образования – программе специалитета в образовательной организации осуществляется в очной форме обучения. Объем программы специалитета составляет 330 зачетных единиц (далее – з.е.) вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий. Реализации программы специалитета с использованием сетевой формы, реализации программы специалитета по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренного обучения.

Срок получения образования по программе специалитета:

в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет 5,5 лет. Объем программы специалитета в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год составляет 60 з.е.;

при обучении по индивидуальному учебному плану вне зависимости от формы обучения устанавливается не более срока получения образования, установленного для соответствующей формы обучения, а при обучении по индивидуальному плану лиц с ограниченными возможностями здоровья может быть увеличен по их желанию не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей

формы обучения. Объем программы специалитета за один учебный год при обучении по индивидуальному учебному плану не может составлять более 75 з.е.

При реализации программы специалитета организация вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация программы специалитета возможна с использованием сетевой формы.

**Структура программы специалитета** включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную). Это обеспечивает возможность реализации программ специалитета, имеющих различную направленность (профиль) образования в рамках одной специализации программы специалитета.

Программа специалитета состоит из следующих блоков:

Блок 1 «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части;

Блок 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)», который в полном объеме относится к базовой части программы;

Блок 3 "Государственная итоговая аттестация", который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации, указанной в перечне специальностей высшего образования, утверждённом Министерством образования и науки Российской Федерации

### Структура программы специалитета

Структура программы специалитета		Объем программы специалитета в з.е.
Блок 1	Дисциплины (модули)	276
	Базовая часть	207 - 210
	В том числе дисциплины (модули) специализации	36 - 42
	Вариативная часть	66 - 69
Блок 2	Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)	45 - 48
	Базовая часть	45 - 48
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6 - 9
	Базовая часть	6 - 9
Объем программы специалитета		330

Дисциплины (модули) и практики, включая дисциплины (модули) и практики специализации, относящиеся к базовой части программы специалитета, являются обязательными для освоения обучающимся. Набор дисциплин (модулей) и практик, относящихся к базовой части программы специалитета, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО, с учетом соответствующей (соответствующих) примерной (примерных) основной (основных) образовательной (образовательных) программы (программ).

Дисциплины (модули) по философии, истории, иностранному языку, безопасности жизнедеятельности реализуются в рамках базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

программы специалитета. Объем, содержание и порядок реализации указанных дисциплин (модулей) определяются организацией самостоятельно.

Дисциплины (модули) по физической культуре и спорту реализуются в рамках: базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы специалитета в объеме не менее 72 академических часов (2 з.е.) в очной форме обучения;

элективных дисциплин (модулей) в объеме не менее 328 академических часов. Указанные академические часы являются обязательными для освоения и в з.е. не переводятся.

Дисциплины (модули) по физической культуре и спорту реализуются в порядке, установленном организацией. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья организация устанавливает особый порядок освоения дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту с учетом состояния их здоровья.

Дисциплины (модули), относящиеся к вариативной части программы специалитета, определяют в том числе специализацию программы специалитета.

Набор дисциплин (модулей), относящихся к вариативной части программы специалитета, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО. После выбора обучающимся специализации программы набор соответствующих дисциплин (модулей) становится обязательным для освоения обучающимся.

В Блок 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» входят учебная и производственная, в том числе преддипломная практики.

Тип учебной практики:

- практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Типы производственной практики:

- практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;
- технологическая практика;
- научно-исследовательская работа.

Способы проведения учебной и производственной практик:

- стационарная;
- выездная.

Преддипломная практика проводится для выполнения выпускной квалификационной работы и является обязательной.

При разработке программ специалитета организация выбирает типы практик в зависимости от вида (видов) деятельности, на который (которые) ориентирована программа специалитета, и специализации. Организация вправе предусмотреть в программе специалитета иные типы практик дополнительно к установленным настоящим ФГОС ВО.

Учебная и (или) производственная практики могут проводиться в структурных подразделениях организации.

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

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, а также подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (если организация включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации).

Реализация части (частей) образовательной программы и государственной итоговой аттестации, содержащей научно-техническую информацию, подлежащую экспортному контролю, и в рамках которой (которых) до обучающихся доводятся сведения ограниченного доступа, и (или) в учебных целях используются секретные

образцы вооружения, военной техники, их комплектующие изделия, не допускается с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

При разработке программы специалитета обучающимся обеспечивается возможность освоения дисциплин (модулей) по выбору, в том числе специальные условия инвалидам и лицам, с ограниченными возможностями здоровья, в объеме не менее 30 процентов вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Количество часов, отведенных на занятия лекционного типа в целом по Блоку 1 «Дисциплины (модули)», должно составлять не более 40 процентов от общего количества часов аудиторных занятий, отведенных на реализацию данного Блока.

#### **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 специалитета на соответствующий учебный год.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ СПЕЦИАЛИТЕТА**

### **2.1. Область профессиональной деятельности выпускника**

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу специалитета, включает:

- разработку, проектирование и эксплуатацию технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерного топливного цикла (далее - ЯТЦ) атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (далее - ОЯТ) и радиоактивных отходов (далее - РАО), разделения изотопов легких элементов и их применения;
- исследование радиационной устойчивости материалов и радиационно-химических процессов в теплоносителях ядерных энергетических установок;
- разработку и эксплуатацию методов аналитического контроля и радиационной безопасности на объектах, связанных с использованием атомной энергии.

### **2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу специалитета, являются:

- руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе;
- природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов;
- технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки;
- оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях;
- технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанных с использованием ядерных объектов.

### **2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника**

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу специалитета, реализуемую в РХТУ им. Д.И. Менделеева исходя из потребностей рынка труда, имеющихся научно-исследовательских и материально-технических ресурсов:

- производственно-технологическая;

- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- проектная.

Специализации, по которым готовятся выпускники, освоившие программу специалитета:

- специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»;
- специализация № 2 «Технология разделения и применение изотопов»;
- специализация № 3 «Технология теплоносителей и радиоэкология ядерных энергетических установок»;
- специализация № 4 «Химическая технология наноматериалов для ядерной энергетики»;
- специализация № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение»;
- специализация № 6 «Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергии».

При разработке и реализации программы специалитета организация ориентируется на конкретный вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовится специалист и выбирает специализацию, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательских и материально-технических ресурсов организации.

Выпускник, освоивший программу специалитета, готов решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа специалитета:

**производственно-технологическая деятельность:**

- осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента;
- организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно чистых веществ, их соединений;
- обеспечение эффективного использования в технологическом процессе оборудования, сырья и вспомогательных материалов;
- наладка и эксплуатация машин и аппаратов для осуществления технологических процессов;
- освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования;
- проведение экологического и радиационного мониторинга;
- обеспечение мероприятий по дезактивации технологического оборудования и производственных и прилегающих территорий;
- обеспечение радиационной безопасности;

**научно-исследовательская деятельность:**

- разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологических процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности;
- проведение экспериментальных исследований в области технологии материалов современной энергетики;
- изучение изменения свойств материалов под действием интенсивных радиационных излучений;
- создание теоретических моделей для прогнозирования свойств материалов современной энергетики;
- моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем;
- анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска;
- составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы;

**организационно-управленческая деятельность:**

- организация работы коллектива в условиях действующего производства и обеспечение бесперебойного осуществления технологического процесса;

- осуществление технического контроля в производстве материалов современной энергетики;
- разработка мероприятий по экономии сырья и энергетических ресурсов;
- проведение технико-экономического анализа производства;
- организация и проведение обучения персонала; проектная деятельность;
- разработка новых технологических схем, расчет технологических параметров, расчет и выбор оборудования;
- анализ и оценка альтернативных вариантов технологической схемы и ее отдельных узлов и аппаратов;
- разработка исходных данных для проектирования новых технологических процессов и оборудования, авторский надзор за процессом проектирования;

**в соответствии со специализациями:**

**специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»:**

усовершенствование и разработка технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла;  
контроль сбора, хранения и переработки РАО различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО;

**специализация № 2 «Технология разделения и применение изотопов»:**

проведение и контроль технологических процессов разделения изотопов с использованием методов изотопного анализа;  
применение изотопов для решения задач в области техники и технологии, естественных наук и медицины;

**специализация № 3 «Технология теплоносителей и радиозащита ядерных энергетических установок»:**

проведение, контроль, разработка и усовершенствование технологических процессов подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа, обеспечивающими надежную и долговременную защиту окружающей среды от воздействия радиации;  
разработка на атомных электростанциях мероприятий по защите окружающей среды от радионуклидов и оценка дозовой нагрузки на различные группы населения;

**специализация № 4 «Химическая технология наноматериалов для ядерной энергетики»:**

разработка технологических процессов получения материалов для ядерной энергетики с использованием методов нанотехнологии;  
разработка и осуществление методов безопасного обращения с наноматериалами ЯТЦ;

**специализация № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение»:**

оценка радиационных эффектов взаимодействия излучения высокой энергии с веществом, использования или минимизирования последствия этого взаимодействия;  
проведение контроля, усовершенствование и разработка радиационно-химических технологических процессов с получением новых или модифицированных материалов с улучшенными свойствами;  
оценка радиационной устойчивости различных материалов и разработка процессов защиты этих материалов;

**специализация № 6 «Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергии»:**

анализ радиационной ситуации и разработки мероприятия по обеспечению ядерной безопасности при проведении технологических процессов с растворами, содержащими делющиеся материалы;  
разработка и проведение мероприятий по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала и населения.



### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛИТЕТА

3.1. В результате освоения программы специалитета у выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные и профессионально-специализированные компетенции.

3.2. Выпускник, освоивший программу специалитета, должен обладать следующими **общекультурными компетенциями**:

- способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);
- способностью к анализу социально-значимых процессов и явлений, к ответственному участию в политической жизни (ОК-2);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции, способности интегрироваться в современное общество (ОК-3);
- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);
- готовностью свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5);
- способностью к профессиональному общению на иностранном языке, к получению информации из зарубежных источников (ОК-6);
- способностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-7);
- способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность (ОК-8);
- способностью использовать нормативные правовые акты в своей профессиональной деятельности, способностью и готовностью к соблюдению прав и обязанностей гражданина (ОК-9);
- способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10);
- готовностью критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-11);
- способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-12);
- пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для укрепления здоровья и достижения должного уровня полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-14).

3.3. Выпускник, освоивший программу специалитета, должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями**:

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);

- способностью использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3);
- способностью работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ОПК-4);
- пониманием значения информации в современном мире, способностью решать задачи профессиональной деятельности с применением информационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-5).

3.4. Выпускник, освоивший программу специалитета, должен обладать **профессиональными компетенциями**, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа специалитета:

**производственно-технологическая деятельность:**

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);
- способностью проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);
- способностью обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);
- готовностью использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);

**научно-исследовательская деятельность:**

- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);
- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);
- готовностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);

**организационно-управленческая деятельность:**

- способностью к организации работы подчиненных (ПК-13);

- способностью к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);
- способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);
- способностью к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16);
- способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17);

**проектная деятельность:**

- способностью к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);
- способностью к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);
- способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);
- способностью использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).

3.5. Выпускник, освоивший программу специалитета, должен обладать **профессионально-специализированными компетенциями**, соответствующими специализации программы специалитета:

специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»:

- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);
- способностью осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК-1.2);

специализация № 2 «Технология разделения и применение изотопов»:

- способностью к проведению и контролю технологических процессов разделения изотопов с использованием методов изотопного анализа (ПСК-2.1);
- готовностью применять изотопы для решения задач в области техники и технологии, естественных наук и медицины (ПСК-2.2);

специализация № 3 «Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных энергетических установок»:

- способностью к безопасному проведению, контролю, разработке и усовершенствованию технологических процессов подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа, обеспечивающими надежную и долговременную защиту окружающей среды от воздействия радиации (ПСК-3.1);
- способностью разрабатывать на атомных электростанциях мероприятия по защите окружающей среды от радионуклидов и оценивать дозовую нагрузку на различные группы населения (ПСК-3.2);

специализация № 4 «Химическая технология наноматериалов для ядерной энергетики»:

- способностью разрабатывать технологические процессы получения материалов для ядерной энергетики с использованием методов нанотехнологии (ПСК-4.1);
- способностью разрабатывать и осуществлять методы безопасного обращения с наноматериалами ЯТЦ (ПСК-4.2);

специализация № 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение»:

- способностью оценивать радиационные эффекты взаимодействия излучения высокой энергии с веществом, использовать или минимизировать последствия этого взаимодействия (ПСК-5.1);
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке радиационно-химических технологических процессов с получением новых или модифицированных материалов с улучшенными свойствами (ПСК-5.2);
- способностью оценивать радиационную устойчивость различных материалов и разрабатывать процессы защиты этих материалов (ПСК-5.3);

специализация № 6 «Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергии»:

- способностью анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности при проведении технологических процессов с растворами, содержащими делющиеся материалы (ПСК-6.1);
- способностью разрабатывать и проводить мероприятия по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала и населения (ПСК-6.2).

#### **4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ СПЕЦИАЛИТЕТА**

##### **4.1. Общая характеристика образовательной деятельности**

Образовательная деятельность по программе специалитета предусматривает:

- проведение учебных занятий по дисциплинам (модулям) в форме лекций, семинарских занятий, консультаций, лабораторных работ, иных форм обучения, предусмотренных учебным планом;
- проведение практик;
- проведение учебных научно-исследовательских работ в соответствии выбранной специализацией;
- проведение контроля качества освоения программы специалитета посредством текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся, государственной итоговой аттестации обучающихся.

##### **4.2. Учебный план подготовки инженера**

Учебный план подготовки инженера разработан в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики (уровень специалитета), утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2018 г. № 1291.

В учебном плане отображена логическая последовательность освоения блоков и разделов ООП (дисциплин, практик, государственной итоговой аттестации), обеспечивающих формирование компетенций. Указана общая трудоемкость дисциплин, модулей, практик, государственной итоговой аттестации в зачетных единицах, а также их общая и аудиторная трудоемкость в часах.

Учебный план подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» – прилагается.

##### **4.3. Календарный учебный график**

Последовательность реализации программы специалитета по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, научно-исследовательскую работу, промежуточные и государственную итоговую аттестации, каникулы) приводится в календарном учебном графике (приложение – календарный учебный график).

## 4.4. Аннотации рабочих программ дисциплин

### 4.4.1 Дисциплины обязательной части (базовая часть)

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

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

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к профессиональному общению на иностранном языке, к получению информации из зарубежных источников (ОК-6).

*Знать:*

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

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

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

##### Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка.

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

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

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

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

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

## Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.

### 2.1 Чтение текстов по темам:

- Введение в специальность
- Д.И. Менделеев
- РХТУ им. Д.И. Менделеева
- Наука и научные методы, научные статьи
- Современные инженерные технологии:
- Основные процессы химических производств
- Проблемы химической кибернетики
- Охрана окружающей среды
- Рациональное использование природных ресурсов
- Рациональное использование энергетических ресурсов
- Машины и аппараты химических производств
- Энергоресурсосберегающие химические производства
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
- Процессы и аппараты химической технологии
- Системы управления химико-технологическими процессами
- Химическое предприятие
- Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории
- Химия будущего.
- Биотехнология Фармацевтические производства.
- Зеленая химия. Проблемы экологии.

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

Активизация лексики прочитанных текстов.

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

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

## **Раздел 3. Практика устной речи**

### 3.1 Практика устной речи по темам:

- «Говорим о себе, о своей будущей профессии»,
- «Мой университет»,
- «Университетский кампус»
- «At the bank»
- «Applying for a job» и т.д.

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

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

Особенности диалогической речи по пройденным темам.

#### Раздел 4. Особенности языка специальности

Грамматические трудности языка специальности:

4.1. Грамматические и лексические трудности языка специальности:

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

4.2. Сослагательное наклонение. Формы сослагательного наклонения в изучаемом языке. Модальные глаголы и их использование в предложениях в сослагательном наклонении. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.

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

4.4 Изучающее чтение текстов по тематике:

1) «Лаборатория»

2) «Измерения в химической лаборатории».

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

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</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>
Практические занятия (ПЗ)	0,44	80	1,33	48	0,89	32
<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		0,4		0,4		-
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	<b>4,78</b>	171,6	2,67	95,6	2,22	76
<b>Виды контроля:</b>						
Зачет с оценкой						
Экзамен	<b>1</b>	<b>36</b>	+	+	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4		-	<b>1</b>	0,4
Подготовка к экзамену	1	35,6	-	-		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>8</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>108</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>
Практические занятия (ПЗ)	0,44	60	1,33	36	0,89	24
<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	<b>4,78</b>	0,3	2,67	0,3	2,22	-
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины		128,7		71,7		57
<b>Виды контроля:</b>						
Зачет с оценкой			+	+		
Экзамен	<b>1</b>	<b>27</b>			<b>1</b>	<b>27</b>
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>	1	0,3	-	-	1	0,3
<b>Подготовка к экзамену</b>		26,7		-		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Философия»

**1. Цель дисциплины** – 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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);

- способностью к анализу социально-значимых процессов и явлений, к ответственному участию в политической жизни (ОК-2)

В результате освоения курса философии студент должен:

*Знать:*

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

*Уметь:*

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

*Владеть:*

представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом изучаемой дисциплины, 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	1 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,67	96
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6

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

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции, способности интегрироваться в современное общество (ОК-3).

*Знать:*

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

*Уметь:*

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

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

*Владеть:*

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

- представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;
- категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины;
- навыками анализа исторических источников.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Иван Грозный: поиск альтернативных путей социально-политического развития Руси. Складывание сословно-представительной монархии и её особенности по сравнению со странами Западной Европы. Земский Собор. Избранная Рада. Реформы 50-х годов XVI века и их значение. Судебник 1550г. Стоглавый Собор 1551г. Присоединение к России Поволжья, Приуралья и Западной Сибири. Ливонская война: цели и причины неудач. Опричнина: причины, сущность, последствия. Хозяйственное разорение 70-80гг. XVI в. Этапы закрепощения крестьянства. Формирование официальной идеологии самодержавия.

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

Территория и население страны в XVII в. Влияние последствий «Смутного времени» на экономическое развитие России. Развитие форм феодального землевладения и хозяйства. Соборное Уложение 1649г.: юридическое оформление крепостного права и сословных функций. Рост общественного разделения труда и его специализация. Первые мануфактуры и их характер. Начало формирования всероссийского рынка. Ярмарки.

Развитие внутренней и внешней торговли. Укрепление купечества. Новоторговый устав. Централизация власти, начало перехода к абсолютизму. Прекращение деятельности Земских соборов. Изменение роли Боярской Думы. Церковь и государство. Церковный раскол. «Бунташный век». Причины массовых народных выступлений в XVII в. Городские бунты. Восстание под предводительством С. Разина: причины, особенности, значение и последствия. Российская мысль и культура в преддверии Нового времени.

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

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

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

Дворцовые перевороты, их причины, социально-политическая сущность и последствия. Фаворитизм. Расширение привилегий дворянства. Дальнейшая бюрократизация госаппарата. Внешняя политика во второй четверти – середине XVIII века.

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

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

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

### **2.2. Россия в XIX столетии**

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

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

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

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

Общественное движение в России XIX века. Формирование трех течений: консервативно-охранительного, либерального и радикального. Консервативно-

охранительное направление. Н. М. Карамзин. С. П. Шевырев. М. П. Погодин. М. Н. Катков. К. П. Победоносцев. Д. И. Иловайский. С. С. Уваров. Теория «официальной народности».

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

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

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

Русская культура в XIX в. Общие достижения и противоречия.

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

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

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

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

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

Победа Февральской революции и коренные изменения в политической жизни страны. Временное правительство и Петроградский Совет. Политические партии в условиях двоевластия. Альтернативы развития России после Февраля. Социально-экономическая политика новой власти. Кризисы власти. Корниловское выступление и его разгром.

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

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

Большевистская стратегия: причины победы. Подготовка и победа Октябрьского вооруженного восстания в Петрограде. II Всероссийский съезд Советов и его решения. Экономическая и социальная политика большевиков. Начало формирования

однопартийной политической системы. Роспуск Учредительного собрания. Конституция 1918г. Брестский мир.

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

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

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

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

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

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

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

Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. Первые шаги советской дипломатии. Генуэзская конференция. Международное признание СССР. Обострение политической обстановки в Европе накануне второй мировой войны. Первые военные конфликты. Мюнхенское соглашение и его влияние на международное положение. Неудачи переговоров между СССР, Англией, Францией о предотвращении войны. Советско-германский пакт о ненападении: причины, последствия. Современные споры о международном кризисе 1939 – 1941 гг.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Россия в начале XXI века. Современные проблемы человечества и роль России в их решении. Региональные и глобальные интересы России. Социально-экономическое положение РФ в период 2001-2019 года. Мировой финансовый и экономический кризис и Россия. Внешняя политика Российской Федерации в 1991 – 2019 гг. Принципы внешней политики. Россия и страны дальнего зарубежья. Отношения со странами СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей.

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		2 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа -аудиторные занятия:</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>	<b>1,3</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,9	32	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	0,4	16
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	1,7	-	1,7	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		60		60
<b>Вид контроля:</b>				
Экзамен	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
<b>Контактная работа – промежуточная</b>	<b>1</b>	<b>0,4</b>	<b>1</b>	<b>0,4</b>

аттестация			
Подготовка к экзамену		35,6	35,6
Вид итогового контроля	Экзамен		Экзамен

Виды учебной работы	Всего		2 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа -аудиторные занятия:</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>	<b>1,3</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,9	24	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,4	12	0,4	12
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	45	1,7	45
<b>Вид контроля:</b>				
Экзамен	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7		26,7
Вид итогового контроля	Экзамен		Экзамен	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая культура и спорт»

**1. Цель дисциплины** - состоит в формировании 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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

– способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10);

– способностью использовать методы и средства физической культуры для укрепления здоровья и достижения должного уровня полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-14).

*Знать:*

- научно-практические основы физической культуры и спорта;
- социально-биологические основы физической культуры и спорта;
- 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, иметь 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:*

- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом.

*Владеть:*

- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, необходимым для качественного усвоения профессиональных умений и навыков в процессе обучения в вузе, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности после окончания учебного заведения.

### 3. Краткое содержание дисциплины

Дисциплина по «Физической культуре и спорту» реализуется в объеме 72 акад. часов или 54 астр. ч. (2 зачетные единицы) при *очной форме обучения*.

Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров (первого и четвертого).

#### Разделы дисциплины и виды занятий

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

	образовательном процессе					
4.2	Физическая культура и спорт в профессиональной деятельности обучающегося	9	1	3	4,5	0,5
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>4</b>

Каждый Раздел программы состоит из подразделов и имеет структуру:

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

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

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

На методико-практических занятиях уделяется внимание:

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

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

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

**Контрольный подраздел.** Критерием успешности освоения учебного материала является оценка преподавателя, учитывающая *регулярность посещения обязательных учебных занятий*, знаний теоретического раздела программы и выполнение установленных на данный семестр контрольных тестов общей физической и теоретической подготовки для отдельных групп различной спортивной направленности. КР входит в практические занятия.

#### 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 контроля:</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54	1	27	1	27
<b>Контактная работа – аудиторные занятия (КР):</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Лекции (Лек)	0,2	6	0,1	3	0,1	3
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3).

*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.

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

#### 1 СЕМЕСТР

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

#### **Раздел 1. Элементы алгебры.**

Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков. Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведения векторов.

Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка. Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.

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

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

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

Производная функции, ее геометрический и механический смысл. Уравнения касательной и нормали. Правила дифференцирования. Таблица основных производных. Дифференцируемость функции: определение, теоремы о связи непрерывности и дифференцируемости функции и с существованием производной. Дифференциал функции: определение, свойства. Производная сложной функции. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило 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.

## **2 СЕМЕСТР**

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

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

## **Раздел 6. Кратные интегралы.**

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

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

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

### **3 СЕМЕСТР**

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

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

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

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

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

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

## Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.

Числовые ряды: основные понятия, сходимость ряда. Необходимый признак сходимости ряда. Свойства сходящихся рядов. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов: интегральный признак Коши; признаки сравнения рядов; признак Даламбера; радикальный признак Коши. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд: определение, признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость знакпеременных 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  $\forall x \in R$ . Достаточные условия сходимости ряда Тейлора. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена. Основные разложения функций:  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\ln(1+x)$ ,  $(1+x)^n$ ,  $\arctg x$ ,  $\arcsin x$  в ряд Маклорена. Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов: приближенные вычисления, приближенное решение дифференциальных уравнений.

### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Семестр							
	Всего		1		2		3	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>15</b>	<b>540</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>5,3</b>	<b>192</b>	<b>1,77</b>	<b>64</b>	<b>1,77</b>	<b>64</b>	<b>1,77</b>	<b>64</b>
Лекции	2,65	96	0,88	32	0,88	32	0,88	32
Практические занятия (ПЗ)	2,65	96	0,88	32	0,88	32	0,88	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7,7</b>	<b>276</b>	<b>2,23</b>	<b>80</b>	<b>2,23</b>	<b>80</b>	<b>3,24</b>	<b>116</b>
Контактная самостоятельная работа	7,7	0,4	2,23	0,4	2,23	0	3,24	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		275,6		79,6		80		116
<b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>			+	+				
<b>Вид контроля – Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>			<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8			1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену.		71,2				35,6		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Семестр							
	Всего		1		2		3	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>15</b>	<b>405</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>5,3</b>	<b>143,1</b>	<b>1,77</b>	<b>47,79</b>	<b>1,77</b>	<b>47,79</b>	<b>1,77</b>	<b>47,49</b>
Лекции	2,65	71,55	0,88	23,76	0,88	23,76	0,88	23,76

Практические занятия (ПЗ)	2,65	71,55	0,88	23,76	0,88	23,76	0,88	23,76
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7,7</b>	<b>207,9</b>	<b>2,23</b>	<b>60,21</b>	<b>2,23</b>	<b>60,21</b>	<b>3,24</b>	<b>87,48</b>
Контактная самостоятельная работа	7,7	0,3	2,23	0,3	2,23	0	3,24	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		207,6		59,91		60,21		87,28
<b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>			+	+				
<b>Вид контроля – Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>			<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>	2	0,6			1	0,3	1	0,3
<b>Подготовка к экзамену.</b>		53,4		26,7		26,7		
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Информатика»

**1. Цель дисциплины** – приобретение базовых знаний о современных информационных технологиях, а также умений и практических навыков в области информатики, используемых при решении научных и практических вычислительных задач студентами всех специальностей.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-12);
- пониманием значения информации в современном мире, способностью решать задачи профессиональной деятельности с применением информационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-5)

*Знать:*

- свойства информации, способы ее хранения и обработки;
- структуру, принципы работы и основные возможности ЭВМ;
- топологию и архитектуру вычислительных сетей;
- принципы адресации пользователей, компьютеров и ресурсов в сети Интернет;
- различать и расшифровывать IP – адрес, доменное имя компьютера;
- основные типы алгоритмов, языки программирования;
- стандартные программные обеспечения своей профессиональной деятельности;
- алгоритмы решения нелинейных уравнений;
- алгоритмы одномерной оптимизации;

*Уметь:*

- писать и отлаживать программы на VBA по разработанным алгоритмам;
- применять методы математической статистики для решения конкретных задач;
- использовать пакеты прикладных программ при дальнейшем обучении и практической деятельности.

*Владеть:*

- навыками самостоятельного решения задач на компьютере, включающие постановку задачи, разработку алгоритма и оценку его эффективности методами математической статистики для обработки эксперимента;
- методами реализации алгоритмов на компьютерах.

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

**Введение.** Информатика – предмет, задачи и место курса в подготовке студента. Три части науки информатики: hardware (технические средства), software (программные средства), brainware (интеллектуальные средства). Краткие сведения.

#### **Раздел 1. Архитектура компьютеров и компьютерных сетей**

1.1. История развития информационных технологий, вычислительной техники и персональных компьютеров. Информация, количество информации, способы вычисления. Краткая история развития вычислительной техники и персональных компьютеров (ПК). Вычислительная машина Фон-Неймана и машина Тьюринга. Разработки Норберта Винера.

1.2. Персональные компьютеры (ПК) и их возможности Архитектура ПК, аппаратные средства ПК. Функциональная схема ПК, магистрально-модульный принцип построения.: Принцип открытой архитектуры. Особенности представления данных на машинном уровне Преимущества цифрового представления информации перед аналоговым. Используемые системы счисления, правила перевода из одной системы в другую. Элементы математической логики: основные логические операции и формулы.

1.3. 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). 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 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

1.4. Мультимедиа – диалоговая компьютерная система, обеспечивающая синтез текста, графики, звука, речи и видео. Устройства мультимедиа. Требования к мультимедийным средствам компьютеров. Расширенные возможности обработки, преобразования, синтеза информации (компьютерная анимация, модификация изображений, трехмерная графика). Мультимедийные программы. Программы редактирования, монтажа звука и видео. Видео-редакторы, модули спецэффектов, монтажные студии. Электронные презентации (основные возможности MS Power Point), этапы создания презентаций, структура презентаций и особенности работы с редактором.

#### **Раздел 2. Программное обеспечение**

2.1. 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.

2.2. Редакторы Microsoft Office ,назначение и особенности работы. Редакторы химических и математических формул, текстовый редактор WORD, Power Point,(краткий обзор). Создание документов различных форм (стандартных и нестандартных). Копирование химических и математических формул в текстовые документы.

2.3 EXCEL:Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач.. Окно EXCEL Техника работы . Абсолютная и относительная адресация. Встроенные функции Расчет по формулам. Копирование формул. Работа с таблицами. Форматирование, оформление таблиц..



2.4. 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..

2.5. 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

### **Раздел 3. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB.**

3.1.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.

3.2. 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

3.3.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.)

3.4. *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 4. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB**

4.1 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.

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

4.3.. 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

4.4.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

4.4. 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..

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	1 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	1,33	48	1,33	48
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,2	1,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8		59,8
<b>Виды контроля:</b>				
<i>Вид контроля из УП (зачет)</i>				
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	1 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	1,33	36	1,33	36
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,15	1,67	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44,85		44,85
<b>Виды контроля:</b>				
<i>Вид контроля из УП (зачет)</i>				
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика»

1. **Целью дисциплины** является приобретение студентами знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

**способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1)**

*Знать:*

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;
- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;

- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики;
- основные методы решения задач по описанию физических явлений;
- методы обработки результатов физического эксперимента.

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

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

#### **Раздел 1. Физические основы механики.**

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

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

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

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

#### **Раздел 2. Основы молекулярной физики.**

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

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

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

#### **Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток.**

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

#### **Раздел 4. Электромагнетизм.**

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

4.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

#### **Раздел 5. Оптика.**

5.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

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

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

#### **Раздел 6. Элементы квантовой физики.**

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

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

#### **Раздел 7. Элементы квантовой статистики.**

7.1. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц.

7.2. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми- Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).

#### **Раздел 8. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории**

8.1. Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.

#### **Раздел 9. Элементы физики твёрдого тела.**

9.1. Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.

9.2. Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.

9.3. Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне). Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).

### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			2		3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>13</b>	<b>468</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,4</b>	<b>160</b>	<b>1,3</b>	48	<b>2,2</b>	<b>80</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции	1,8	64	0,45	16	0,9	32	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	0,45	16	0,9	32	0,45	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	32	0,45	16	0,45	16	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5,6</b>	<b>200</b>	<b>1,7</b>	<b>60</b>	<b>2,8</b>	<b>100</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа		-		-		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	5,6	200	1,7	60	2,8	100	1,1	40
<b>Виды контроля:</b>								
<b>Зачет с оценкой</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Экзамен</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>

<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>	3	1,2	1	0,4	1	0,4	1	0,4
<b>Подготовка к экзамену.</b>		106,8		35,6		35,6		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
	ЗЕ	Астр. ч.	2		3		4	
			ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>13</b>	<b>351</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,4</b>	<b>120</b>	<b>1,3</b>	36	<b>2,2</b>	<b>60</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции	1,8	48	0,45	12	0,9	24	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,45	12	0,9	24	0,45	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	24	0,45	12	0,45	12	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5,6</b>	<b>150</b>	<b>1,7</b>	<b>45</b>	<b>2,8</b>	<b>75</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа		-		-		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	5,6	150	1,7	45	2,8	75	1,1	30
<b>Виды контроля:</b>								
<b>Зачет с оценкой</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Экзамен</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>	3	0,9	1	0,3	1	0,3	1	0,3
<b>Подготовка к экзамену.</b>		80,1		26,7		26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1).

*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. 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. Смещение химического равновесия, принцип Ле-Шателье – Брауна.

#### 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. 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

Виды учебной работы	Всего		1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>12</b>	<b>432</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>6,23</b>	<b>224</b>	<b>3,56</b>	<b>128</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Лекции	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,89	32	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	3,56	128	1,78	64	1,78	64
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>3,78</b>	<b>136</b>	<b>2,44</b>	<b>88</b>	<b>1,34</b>	<b>48</b>
Контактная самостоятельная работа	3,78	-	2,44	-	1,34	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		136		88		48
<b>Вид контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2		35,6		35,6
<b>Вид итогового контроля</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	Всего		1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>12</b>	<b>324</b>	<b>7</b>	<b>189</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>6,23</b>	<b>168</b>	<b>3,56</b>	<b>96</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Лекции	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24	0,89	24	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	3,56	96	1,78	48	1,78	48
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>3,78</b>	<b>102</b>	<b>2,44</b>	<b>66</b>	<b>1,34</b>	<b>36</b>
Контактная самостоятельная работа	3,78	-	2,44	-	1,34	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		102		66		36
<b>Вид контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4		26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

### 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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими общекультурными (ОК) и общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);

- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);

- способностью использовать естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способностью работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ОПК-4).

*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 ковалентной связи
- 1.2 Понятие о механизме органической реакции
- 1.3 Кислоты и основания в органической химии
- 1.4 Stereoisomerism
- 1.5 Alkanes
- 1.6 Cycloalkanes

#### *2 Раздел 2. Ненасыщенные УВ*

- 2.1 Alkenes
- 2.2 Alkynes
- 2.3 Alkadienes and polyenes

#### *3 Раздел 3. Aromatic and metalloorganic compounds*

- 3.1 Aromaticity
- 3.2 Compounds of the benzene series
- 3.1 Metalloorganic compounds

#### *4 Раздел 4. Halogen derivatives. Alcohols, phenols, simple ethers*

- 4.1 Halogen derivatives
- 4.2 Alcohols
- 4.3 Phenols
- 4.4 Simple ethers
- 4.5 Oxiranes

#### *5 Раздел 5. Aldehydes and ketones. Carboxylic acids and their functional derivatives*

- 5.1 Aldehydes and ketones
- 5.2 Carboxylic acids and their functional derivatives

#### *6 Раздел 6. Nitrogen-containing compounds and heterocyclic compounds*

- 6.1 Nitro compounds
- 6.2 Amines
- 6.3 Azo- and diazo compounds
- 6.4 Heterocyclic compounds

### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3.11</b>	<b>112</b>	<b>1.33</b>	<b>48</b>	<b>1.78</b>	<b>64</b>
Лекции	1.33	48	0.44	16	0.89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0.89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-

<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,89</b>	<b>104</b>	<b>0,67</b>	<b>24</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Контактная самостоятельная работа		-		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2.89	104	0,67	24	2,22	80
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0.8	1	0.4	1	0.4
Подготовка к экзамену		71.2		35.6		35.6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>экзамен</b>		<b>экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>8</b>	<b>216</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3.11</b>	<b>84</b>	<b>1.33</b>	<b>36</b>	<b>1.78</b>	<b>48</b>
Лекции	1.33	36	0.44	12	0.89	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0.89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,89</b>	<b>78</b>	<b>0,67</b>	<b>18</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа		-		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2.89	78	0,67	18	2,22	60
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0.6	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 «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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);
- способностью использовать математические и естественнонаучные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);

#### *Знать:*

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

#### *Уметь:*

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

#### *Владеть:*

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

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

#### **5 семестр**

#### **Раздел 1. Химическая термодинамика**

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

Термодинамические системы и термодинамические параметры. Экстенсивные и интенсивные свойства системы. Термодинамический процесс. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия, их свойства. Теплота и работа как формы передачи энергии. Работа расширения газа и полезная работа. Формулировки первого начала термодинамики. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в изохорном, изобарном и изотермическом процессах. Теплоёмкость вещества – изохорная или изобарная, молярная, удельная. Теплоёмкость идеальных газов, взаимосвязь молярных теплоёмкостей  $C_p$  и  $C_v$  идеального газа. Теплоёмкость твердых веществ и жидкостей. Зависимость молярной изобарной теплоёмкости вещества от температуры, эмпирические уравнения (степенные ряды), их применимость. Закон кубов

Дебая, правило Дюлонга и Пти. Средняя изобарная теплоёмкость вещества в интервале температур. Температурная зависимость приращения энтальпии вещества ( $H_T - H_0$ ) при постоянном давлении с учётом фазовых переходов. Тепловой эффект химического процесса. Основное стандартное состояние. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Применение закона Гесса для вычисления тепловых эффектов химических и физико-химических процессов. Связь тепловых эффектов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Вывод и анализ уравнения Кирхгофа в дифференциальной форме. Интегрирование уравнения Кирхгофа.

### 1.2. Второй закон термодинамики.

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

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

### 1.3. Химическое равновесие.

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

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

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

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

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

### **2.2. Определение термодинамических функций процесса фазового перехода**

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

## **Раздел 3. Термодинамическая теория растворов**

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

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

### **3.2. Термодинамическое описание идеальных и неидеальных растворов**

Идеальные (совершенные) растворы. Химический потенциал компонента идеального раствора. Термодинамические функции смешения для идеальных растворов. Равновесие "идеальный раствор-пар", закон Рауля, графическая интерпретация закона Рауля. Предельно разбавленные растворы, закон Генри. Уравнение химического потенциала для растворителя и растворенного вещества. Неидеальные (реальные) растворы, положительные и отрицательные отклонения от идеальности (от закона Рауля). Стандартные состояния компонентов раствора. Симметричная и несимметричная системы сравнения. Расчет активностей и рациональных коэффициентов активности компонентов раствора. Термодинамические функции смешения для неидеальных растворов. Зависимость активности и коэффициента активности компонента от температуры и давления.

### **3.3. Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучем растворителе**

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

## **Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах**

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

Диаграммы «давление-состав», «температура-состав», «состав пара-состав жидкости» для идеальных и неидеальных растворов. Применение правила фаз к

исследованию диаграмм. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропия, термодинамическое условие точки азеотропа. Правило рычага. Физико-химические основы разделения жидких смесей методами перегонки и ректификации.

#### 4.2. Равновесие «жидкость-твёрдое» в двухкомпонентных системах.

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

### 6 семестр

## Раздел 5. Растворы электролитов

### 5.1 Растворы электролитов в статических условиях

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

### 5.2 Растворы электролитов в динамических условиях

Проводники электрического тока I и II рода, ионная и электронная проводимость. Удельная, молярная и эквивалентная электрические проводимости, взаимосвязь между ними. Зависимость удельной и молярной электрической проводимостей от концентрации, температуры и природы растворителя. Скорость и подвижность (абсолютная скорость движения) ионов. Закон независимого движения ионов (закон Кольрауша). Предельные молярные электропроводности ионов. Эстафетный механизм переноса электричества ионами гидроксония и гидроксила. Числа переноса ионов. Электропроводность растворов сильных электролитов, уравнение корня квадратного (уравнение Кольрауша). Применение теории сильных электролитов для объяснения электрофоретического и релаксационного эффектов снижения электропроводности. Влияние полей высокой напряженности и высокой частоты переменного тока на электропроводность растворов. Методики измерения электропроводности. Кондуктометрическое определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты, энтропии и энергии Гиббса процесса диссоциации, растворимости малорастворимых соединений.

## Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)

### 6.1 ЭДС и электродные потенциалы

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

### 6.2. Гальванические элементы

Типы гальванических элементов: химические, концентрационные, с переносом, без

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

## **Раздел 7. Химическая кинетика**

### **7.1. Формальная кинетика**

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

### **7.2. Теории химической кинетики**

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

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

трансмиссионный коэффициент. Связь энтальпии активации с эффективной (экспериментальной) энергией активации.

### 7.3. Фотохимические и цепные реакции

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

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

### Раздел 8. Катализ

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

### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>14</b>	504	<b>8</b>	288	<b>6</b>	216
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,89</b>	176	<b>2,67</b>	96	<b>2,22</b>	80
Лекции	1,33	48	0,89	32	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7,11</b>	<b>256</b>	<b>4,33</b>	<b>156</b>	<b>2,78</b>	<b>100</b>
Подготовка к лабораторным работам		128		78		50
Контактная самостоятельная работа		-	<b>4,33</b>	-	2,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		128		78		50



<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2		35,6		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>				<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>14</b>	<b>378</b>	<b>8</b>	<b>216</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,89</b>	132	<b>2,67</b>	72	<b>2,22</b>	60
Лекции	1,33	36	0,89	24	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7,11</b>	<b>192</b>	<b>4,33</b>	<b>117</b>	<b>2,78</b>	<b>75</b>
Подготовка к лабораторным работам		96	<b>4,33</b>	58,5	2,33	37,5
Контактная самостоятельная работа		-		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		96		58,5		37,5
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4		26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>				<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Поверхностные явления и дисперсные системы»**

**1. Цель дисциплины** – ознакомление студентов с основами термодинамики поверхностных явлений, способами получения и важнейшими свойствами дисперсных систем.

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

*обладать* следующими компетенциями:

- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).

*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.

## **8. Заключение**

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

### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	7 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5,0</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Контактная самостоятельная работа	2,22	-
Подготовка к лабораторным работам		40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		40
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>

Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
Вид итогового контроля:	экзамен	

Вид учебной работы	7 семестр	
	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5,0</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	2,22	-
Подготовка к лабораторным работам		30
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		30
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
Вид итогового контроля:	экзамен	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Аналитическая химия»

**1.Цель дисциплины** - приобретение обучающимися знаний по основным группам методов химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам-технологам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать математические и естественнонаучные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).

*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 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;
- основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.

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

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

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

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

##### **1.2 Специфика задач аналитической химии.**

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

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

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

Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности. Уравнения материального баланса. Вычисление рН растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования), расчет рН, применение в аналитической химии.

Аналитические реакции комплексообразования, осаждения, окисления-восстановления. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование). Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-

растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков. Расчет условий осаждения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные равновесия. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы.

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

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

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

## **Раздел 2. Количественный химический анализ**

### **2.1. Принципы и задачи количественного анализа.**

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

### **2.2. Титриметрический анализ. Типы реакций, используемых в титриметрии.**

Требования, предъявляемые к ним.

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

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

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

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

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

Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Условные константы устойчивости комплексонов и их практическое использование. Обоснование выбора оптимальных условий комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического



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

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

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

2.6. 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**

Виды учебной работы	4 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>

Лекции (Лек)	0,45	16
Лабораторные работы (ЛР)	1,33	48
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Контактная самостоятельная работа	2,22	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,8
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	4 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	1,78	48
Лекции (Лек)	0,45	12
Лабораторные работы (ЛР)	1,33	36
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	2,22	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,85
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерная графика»

**1. Цель дисциплины** - научить студентов выполнению и чтению чертежей и правилам и условностям, применяемым при этом - стандартам ЕСКД.

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

*обладать* следующими компетенциями:

- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4).

*Знать:*

- способы отображения пространственных форм на плоскости;
- правила и условности при выполнении чертежей;
- виды изделий и конструкторских документов;
- на уровне представления характеристики формы и поверхности изделий.

*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:**

**Введение.** Предмет и методы инженерной графики. Краткие исторические сведения. Задачи и место дисциплины в подготовке инженера.

#### **Раздел 1. Изделия и конструкторские документы.**

##### **1.1. Виды изделий и конструкторских документов.**

Виды изделий по ГОСТ: деталь, сборочная единица, комплекс, комплект. Виды конструкторских документов: чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида,

спецификация, схема. Шифры конструкторских документов. Краткие сведения о строительных чертежах.

## **1.2. Схемы.**

Классификация схем по видам и типам. Обозначение схем. Правила выполнения структурных и принципиальных технологических схем. Схемы расположения.

## **1.3. Арматура трубопроводов.**

Классификация арматуры трубопроводов по назначению, по типу перекрытия потока рабочей среды, по способу присоединения к трубопроводу, по способу герметизации шпинделя.

## **1.4. Эскизы и технические рисунки деталей.**

Последовательность выполнения изображений детали: выбор главного изображения; определение необходимого количества изображений; подготовка поля чертежа к изображению детали; изображение основных внешних и внутренних очертаний детали. Обмер детали при выполнении ее эскиза с натуры. Оформление чертежей и эскизов деталей. Правила выполнения и оформления технических рисунков. Обозначения материалов.

## **Раздел 2. Соединения деталей.**

### **2.1. Резьбовые изделия и соединения.**

Резьбы: образование, классификация, изображение и обозначение на чертеже. Стандартные резьбовые изделия. Определение резьбы измерением. Соединения деталей болтом и шпилькой. Резьбовые трубные соединения. Цапковые соединения.

### **2.2. Изображения соединений деталей.**

Фланцевые соединения. Шлицевые и шпоночные соединения. Соединения штифтом и шплинтом. Неразъемные соединения деталей: сварка, пайка, склеивание, обвальцовка, развальцовка, соединение заклепкой.

### **2.3. Геометрические характеристики формы и поверхности изделий.**

Размеры, правила их нанесения на чертеже. Размеры исполнительные и справочные, габаритные, координирующие и частные. Базы измерительные, конструкторские, технологические, вспомогательные. Нанесение размеров от баз. Предельные отклонения размеров гладких поверхностей, допуски, посадки. Допуски и посадки для деталей с резьбой. Шероховатость поверхностей деталей, параметры шероховатости, правила нанесения параметров шероховатости поверхностей на чертеже. Предельные отклонения формы и расположения.

## **Раздел 3. Чертежи сборочных единиц. Элементы компьютерной графики.**

### **3.1. Чертежи сборочных единиц.**

Правила выполнения и оформления сборочного чертежа: выбор главного изображения, определение количества изображений, нанесение номеров позиций, нанесение размеров (габаритные, установочные, присоединительные, эксплуатационные). Спецификация. Правила выполнения и оформления чертежа общего вида.

### **3.2. Детализирование чертежей сборочных единиц.**

Правила детализирования чертежей сборочных единиц. Выполнение чертежей и технических рисунков деталей.

### **3.3. Элементы компьютерной графики.**

Компьютерная графика и решаемые ею задачи. Графические объекты, примитивы, атрибуты, синтез изображения. Представление видеоинформации и ее машинная генерация. Современные стандарты компьютерной графики, графические языки и метафайлы. Реализация аппаратных модулей графической системы. Основные графические алгоритмы на плоскости и в пространстве. Программные графические системы и их применение.

#### 4. Объем учебной дисциплины:

Виды учебной работы	2 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>133</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,67	24
Лабораторные занятия (Лаб)	0,22	8
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Расчетно-графические работы	0,92	33
Подготовка к контрольным работам	0,25	9
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,49	17,6
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,4
<b>Курсовая работа, зачет</b>	<b>1,00</b>	<b>36</b>
Контактная самостоятельная работа, прием курсовой работы	0,005	0,2
Выполнение курсовой работы	0,995	35,8
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	2 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>133</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,67	18
Лабораторные занятия (Лаб)	0,22	6
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Расчетно-графические работы	0,92	24,75
Подготовка к контрольным работам	0,25	6,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,49	13,2
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,3
<b>Курсовая работа, зачет</b>	<b>1,00</b>	<b>27</b>
Контактная самостоятельная работа, прием курсовой работы	0,005	0,15
Выполнение курсовой работы	0,995	26,85
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «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 по программе специалитета должен:**

*обладать* следующими компетенциями:

**способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1).**

*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.**

*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.**

*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:**

#### **1. Введение**

Роль предмета «Прикладная механика» в формировании инженера химика-технолога. «Прикладная механика» как основа для понимания работы, устройства и безопасной эксплуатации оборудования химического производства.

#### **2. Модуль 1 «Определение реакций опор. Растяжение-сжатие».**

Раздел 1.1. Определение реакций опор.

Абсолютно твердое тело. Элементы статики. Основные понятия. Аксиомы статики. Уравнения равновесия. Связи и их реакции.

Раздел 1.2. Растяжение-сжатие.

Основные допущения и принципы сопротивления материалов. Метод сечений. Напряжения, деформации и перемещения. Закон Гука. Построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений. Статически определимые и статически неопределимые задачи. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких материалов и их характеристики. Допускаемые напряжения. Условие прочности при растяжении (сжатии).

#### **3. Модуль 2 «Кручение. Изгиб».**

Раздел 2.1. Кручение.

Закон Гука при сдвиге. Внутренние силовые факторы при кручении. Напряжения в стержнях круглого сечения. Условие прочности при кручении.

Раздел 2.2. Изгиб.

Геометрические характеристики плоских сечений. Понятие чистого и поперечного изгибов. Правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Определение нормальных напряжений. Условие прочности при изгибе. Определение касательных напряжений. Рациональные формы сечений.

#### **4. Модуль 3 «Сложное напряженное состояние».**

Раздел 3.1. Сложное напряжённое состояние.

Основы теории напряжённого состояния и гипотезы прочности. Понятие напряженного состояния. Главные площадки и главные напряжения. Обобщенный закон Гука. Назначение гипотез прочности. Понятие эквивалентных напряжений и критериев прочности.

Раздел 3.2. Тонкостенные сосуды.

Тонкостенные сосуды химических производств. Определение напряжений по безмоментной теории. Основные допущения. Вывод уравнения Лапласа. Расчет

тонкостенных оболочек по уравнению Лапласа и по стандартизованной методике. Условие прочности.

Раздел 3.3. Расчёт сжатых стержней на устойчивость.

Устойчивость элементов конструкций. Понятие критической силы и коэффициента запаса прочности. Расчёт критической силы по Эйлеру. Пределы применимости формулы Эйлера. Практический способ расчёта на устойчивость.

#### 5. Модуль 4 «Детали машин».

Раздел 4.1. Соединение деталей машин.

Классификация деталей машин и аппаратов химических производств. Резьбовые соединения. Расчет болтовых соединений при поперечных и продольных нагрузках. Шпоночные соединения. Назначение и виды шпонок. Расчет шпонок на срез и смятие. Виды сварки. Область применения. Виды сварных швов. Расчет на прочность стыковых и нахлесточных швов.

Раздел 4.2. Валы и оси, их опоры и соединения.

Валы, их классификация и назначение. Оси. Проектировочные расчеты валов и осей. 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 по принципу действия и характеру работы. Порядок подбора муфт и основы прочностного расчета.

Раздел 4.3. Механические передачи.

Зубчатые передачи. Окружное и радиальное усилия. Редукторы. Определение и классификация. Примеры схем редукторов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2		3	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>5</b>	180	<b>2</b>	72	<b>3</b>	108
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	32	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,44	16	0,44	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	16	-	-	0,44	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,78</b>	<b>100</b>	<b>1,11</b>	<b>40</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Подготовка к лабораторным работам	<b>2,78</b>	30	<b>1,11</b>	-	1,67	30
Контактная самостоятельная работа		0,6		0,2		0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,4		39,8		29,6
<b>Виды контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	

Вид учебной работы	Всего	Семестр	
		2	3

	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	135	2	54	3	81
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,89	24	0,44	12	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24	0,44	12	0,44	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	12	-	-	0,44	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,78</b>	<b>75</b>	<b>1,11</b>	<b>30</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Подготовка к лабораторным работам	<b>2,78</b>	22,5	<b>1,11</b>	-	1,67	22,5
Контактная самостоятельная работа		0,45		0,15		0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52,05		29,85		22,2
<b>Виды контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Электротехника и промышленная электроника»

**1. Цель дисциплины:** формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих теоретическую и практическую подготовку выпускника, умеющего выбирать и эксплуатировать электротехнические и электронные устройства, владеющего навыками использования современных информационных технологий для автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей.

**2. В результате освоения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1).

*Знать:*

- основные понятия, определения и законы электрических цепей;
- методы моделирования, анализа и расчёта цепей постоянного и переменного токов, методологию электротехнических измерений;
- устройство и принципы работы электротехнического и электронного оборудования, трансформаторов, электрических машин, источников питания.

*Уметь:*

- применять технологии автоматизированного моделирования, анализа, расчёта и эксплуатации электрических сетей, промышленного электрооборудования и электронных приборов;
- выбирать электротехническое и электронное оборудование для решения задач проектирования и реализации химико-технологических процессов и производств.

*Владеть:*

- методологией автоматизированного моделирования и расчёта электрических и электронных цепей;
- практическими навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Введение.** Предмет, основные понятия, методология электротехники и промышленной электроники. Краткие исторические сведения. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра химической технологии.

## **Раздел 1. Электрические цепи**

### ***1.1. Основные определения, описания параметров и методов расчёта электрических цепей***

Основные понятия и обозначения электрических величин и элементов электрических цепей (ГОСТ 19880-74, ГОСТ 1492-77, ГОСТ 2.730-73, ГОСТ 1494-77). Источники и приемники электрической энергии. Основы электробезопасности. Схемы замещения электротехнических устройств.

Основные понятия теории электрических цепей. Классификация цепей: линейные и нелинейные, неразветвленные и разветвленные, с одним и несколькими источниками питания, с сосредоточенными и распределенными параметрами.

Основные принципы, теоремы и законы электротехники. Принцип непрерывности (замкнутости) электрического тока и магнитного потока. Законы Ома и Кирхгофа.

Методы моделирования, анализа и расчёта линейных электрических цепей постоянного тока. Анализ и расчёт разветвленных электрических цепей с несколькими источниками питания путем составления и решения систем уравнений по законам Кирхгофа, применения методов узловых потенциалов и эквивалентного активного двухполюсника.

Основные свойства и области применения мостовых цепей, потенциометров, делителей напряжения и тока.

Матричная запись уравнений цепей в обобщенных формах.

### ***1.2. Электрические измерения и приборы***

Методы измерения электрических величин: прямые и косвенные. Аналоговые электроизмерительные и цифровые электронные приборы: устройство, принцип действия, области применения. Измерение электрических величин: токов, напряжений, сопротивлений, мощности и энергии.

### ***1.3. Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока***

Способы представления (в виде временных диаграмм, векторов, комплексных чисел) и параметры (амплитуда, частота, начальная фаза) синусоидальных функций. Мгновенное, среднее и действующее значения переменного синусоидального тока (напряжения).

Активное, реактивное и полное сопротивления ветви. Фазовые соотношения между током и напряжением. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности ( $\cos(\varphi)$ ) и его технико-экономическое значение.

Применение алгебры комплексных чисел в электротехнике. Комплексный метод расчёта линейных схем цепей переменного тока. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость ветви. Комплексная мощность и баланс мощности в цепях переменного синусоидального тока.

Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение. Резонанс напряжений и токов. Частотные свойства цепей переменного тока. Понятие о линейных четырёхполюсниках. Понятие об электрических цепях с индуктивной (магнитной) связью.

Анализ и расчёт трёхфазных цепей переменного тока. Элементы трёхфазных цепей. Способы изображения и соединения фаз трёхфазного источника питания и приемников энергии. Соединение потребителей электроэнергии звездой и треугольником. Трёх- и четырёхпроводные схемы питания приемников. Назначение нейтрального провода. Мощность трёхфазной цепи. Коэффициент мощности. Техника безопасности при эксплуатации устройств в трёхфазных цепях.



Применение для автоматизированного моделирования и расчёта цепей программных продуктов, разработанных на кафедре, а также пакетов программ «Multisim», «Mathcad», «Excel».

## **Раздел 2. Электромагнитные устройства и электрические машины**

### **2.1. Трансформаторы**

Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора.

Анализ электромагнитных процессов в трансформаторе, схема замещения.

Потери энергии в трансформаторе. Внешние характеристики. Паспортные данные трансформатора и определение номинального тока, тока короткого замыкания в первичной обмотке и изменения напряжения на вторичной обмотке.

### **2.2. Асинхронные машины**

Устройство и принцип действия трёхфазного асинхронного электродвигателя. Вращающееся магнитное поле статора. Магнитное поле машины. ЭДС обмоток статора и ротора. Скольжение. Частота вращения ротора. Электромагнитный момент. Механические и рабочие характеристики.

Энергетические диаграммы. Паспортные данные.

Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Реверсирование и регулирование частоты вращения ротора.

## **Раздел 3. Основы электроники**

### **3.1. Элементная база современных электронных устройств**

Условные обозначения, принцип действия, характеристики и назначение полупроводниковых диодов, транзисторов, тиристоров.

Интегральные микросхемы, их назначение, классификация и маркировка.

### **3.2. Источники вторичного электропитания и усилители электрических сигналов**

Полупроводниковые выпрямители: классификация, основные параметры. Электрические схемы и принцип работы выпрямителя. Электрические фильтры. Классификация и основные характеристики усилителей. Анализ работы однокаскадных и многокаскадных усилителей. Обратные связи в операционных усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителя. Основные типы усилителей на базе ОУ.

## **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	4 семестр	
	В зачетн. ед.	В акад. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,44	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,67	59,6
Контактная самостоятельная работа		0,4
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	4 семестр	
	В зачетн. ед..	Астрон.. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>

Лекции (Лек)	0,44	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,67	44,7
Контактная самостоятельная работа		0,3
<b>Вид итогового контроля: экзамен</b>	<b>Зачет с оценкой</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.

**2. В результате освоения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать нормативные правовые акты в своей профессиональной деятельности, способностью и готовностью к соблюдению прав и обязанностей гражданина (ОК-9);
- пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13).

*Знать:*

- основные техноферные 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 пожаровзрывоопасные 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	4 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	32
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	0,44	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Подготовка к лабораторным работам	0,56	20
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,11	40
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>	

Вид учебной работы	4 семестр	
	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,89	24

Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	0,44	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Подготовка к лабораторным работам	0,56	15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,11	30
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программе 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 инженеров по данному направлению для научно-исследовательской и практической работы на предприятиях.

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

*Овладеть следующими компетенциями:*

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).

*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;
- основные принципы организации процессов химической технологии.

*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;
- методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов..

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

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

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

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

Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии.

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

Модель непрерывной среды. Понятие физического элементарного объема.

##### 1.2. Основы теории переноса.

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

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

##### 1.3. Гидростатика.

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

##### 1.4. Гидродинамика.

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

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

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

Гидродинамические режимы движения жидкостей: ламинарный и турбулентный.

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

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

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

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

Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей и газов. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) и на местные сопротивления. Соотношения и

номограммы для расчета коэффициента трения. Зависимости между расходом и перепадом давления. Расчет напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

#### 1.5. Перемещение жидкостей.

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

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

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

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

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

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

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

#### 2.2. Перенос энергии в форме теплоты.

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

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

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

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

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

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

#### 2.3. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **3.2. Механизмы переноса массы.**

Уравнение неразрывности для двухкомпонентной системы.

Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы в бинарных средах.

Диффузионный пограничный слой; профили концентраций и скоростей в потоках.

Коэффициенты массоотдачи. Основные модельные представления о механизме массоотдачи.

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

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

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

#### **3.3. Фазовое равновесие.**

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

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

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

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

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

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

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

### 3.5. Абсорбция.

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

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

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

### 3.6. Дистилляция. Ректификация.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 4.2. Основы теории осаждения.

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

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

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

Значение гидродинамики зернистых слоев в процессах фильтрования, тепло- и массообмена, гетерогенного катализа и др. Основные характеристики этих слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет



гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов.

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

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

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

Специфика поведения осадков как зернистых слоев: сжимаемые и несжимаемые осадки. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрации. Фильтрация при постоянной скорости фильтрации. Экспериментальное определение констант уравнения фильтрации. 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.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>11</b>	<b>396</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,45</b>	<b>160</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
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)	0,89	32	-	-	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,55</b>	<b>164</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>2,33</b>	<b>84</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,55	164	2,22	80	2,33	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	1,0	0,4	0,1	0,4
Подготовка к экзамену.		71,2		35,6		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>экзамен</b>		<b>экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>11</b>	<b>297</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,45</b>	<b>120</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
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)	0,89	24	-	-	0,89	24

<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,55</b>	<b>123</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>2,33</b>	<b>63</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,55	123	2,22	60	2,33	63
<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	1,0	0,3	1,0	0,3
Подготовка к экзамену.		53,4		26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>экзамен</b>		<b>экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программе 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 по программе специалитета должен:**

***Овладеть* следующими компетенциями:**

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

***Знать:***

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

***Уметь:***

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

***Владеть:***

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов

**3. Краткое содержание дисциплины**

**1.1. Основные определения и положения.**

Химическая технология. Объект химической технологии. Межотраслевой характер химической технологии. Развитие химических производств и химической технологии.

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

### **1.2. Химическое производство.**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **2.2. Химические процессы.**

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

Гомогенный химический процесс. Определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических реакций.

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

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

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса. Каталитический процесс. Определение, классификация, примеры. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.

### **2.3. Химические реакторы.**

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

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

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

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

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

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

### **2.4. Промышленные химические реакторы.**

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

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

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

Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Понятие системы и ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, классификация по виду процессов и назначению. Технологические связи элементов ХТС

(потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) технологические связи. Их схемы и назначение.

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

### 3.2. Анализ ХТС.

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

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

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

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

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

### 3.3. Синтез ХТС.

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

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

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

### Раздел 4. Промышленные химические производства.

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

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

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

## 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	7 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>80</b>
Лекции	0,89	32

Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,33</b>	<b>84</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,33	84
<b>Вид контроля:</b>		
<b>экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,4
Подготовка к экзамену	0,99	35,6

Вид учебной работы	7 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Лекции	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,33</b>	<b>63</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,33	63
<b>Вид контроля:</b>		
<b>экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,3
Подготовка к экзамену	0,99	26,7

**Аннотация рабочей программе 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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

– способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

*Знать:*

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

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

### 3. Краткое содержание дисциплины

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

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

#### Раздел 2. Основы теории автоматического управления.

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

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

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

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

Особенности управления ХТП. Регулирование основных технологических параметров: расхода, давления, температуры, уровня, рН. Технические средства САУ. Основные разновидности управляющих устройств. Типы, характеристики и расчёт исполнительных механизмов и регулирующих органов. Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий. Стандарты и условные обозначения для технологических схем. Основные сведения об АСУ ТП в химической промышленности. Примеры АСУ ТП в химической промышленности. Основные выводы по курсу. Современные тенденции в развитии СУ ХТП.

#### 1. Объём учебной дисциплины

#### 2.

Вид учебной работы	8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,443	16
Практические занятия (ПЗ)	0,443	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,443	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>

Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,67	96
<b>Вид контроля:</b>		
<b>экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,4
Подготовка к экзамену	0,99	35,6

Вид учебной работы	8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,443	12
Практические занятия (ПЗ)	0,443	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,443	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,67	72
<b>Вид контроля:</b>		
<b>экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,3
Подготовка к экзамену	0,99	26,7

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы ядерной физики и дозиметрии»

**1. Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся общие представления о свойствах атомного ядра и ионизирующих излучений, дать основные сведения о законах, управляющих спонтанными радиоактивными превращениями, ядерными реакциями, а также процессами, происходящими при прохождении ионизирующего излучения ядер через вещество.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);
- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);
- пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования для развития и сохранения цивилизации (ОК-13).
- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способен к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).
- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);
- способностью оценивать получаемую дозу за счёт внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);
- готовностью использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8).

*Знать:*



- порядки физических величин в ядерной физике и дозиметрии;
- основные принципы и законы ядерной физики и дозиметрии, основные физические атомно-ядерные явления, методы наблюдения и экспериментальные исследования;
- границы применимости физических моделей атома и атомного ядра.
- принципы и основные нормы радиационной безопасности;

*Уметь:*

- истолковать смысл физических величин и понятий, формулировать основные положения ядерной физики; использовать математический аппарат;
- пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в ядерной физике и дозиметрии;
- использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных;
- формулировать выводы по результатам физических экспериментов; решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности.;

*Владеть:*

- методами проведения радиометрических и дозиметрических измерений и навыками корректной обработки их результатов.

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

**Введение.** Предмет ядерной физики. Краткие исторические сведения. Задачи и место курса в подготовке инженеров в области химической технологии материалов современной энергетики.

#### **Раздел 1. Ядерная физика**

##### **1.1. Статические свойства атомного ядра**

История открытия атомного ядра. Заряд ядра и атомный номер. Масса ядра и массовое число. Изотопы. Открытие нейтрона. Протонно-нейтронная теория. Размеры ядра. Расстояние и энергия в ядерной физике. Энергия связи ядра. Ядерные силы. Протонно-нейтронная диаграмма. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера. Уровни энергии нуклона в центральном поле. Спин-орбитальное взаимодействие. Одночастичная модель оболочек (ОМО). Энергия симметрии в ОМО. Спин и четность основных состояний ядер в ОМО. Эффект спаривания. Магнитные моменты ядер. Электрический квадрупольный момент. Равновесные формы и возбужденные состояния ядер. Внутренняя структура нуклонов, кварки. Элементарные и фундаментальные частицы. Лептоны. Четыре вида силовых взаимодействий и стандартная модель.

##### **1.2 Радиоактивный распад**

Сущность явления радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Активность. Статистический характер радиоактивного распада. Сложный распад. Последовательные и параллельные радиоактивные превращения. Радиоактивные семейства. Радионуклиды в природе. Ядерная геохронология. Прохождение альфа-частиц через потенциальный барьер и скорость альфа-распада. Правило Гейгера-Неттола. Три вида бета-распада. Слабое взаимодействие и теория Ферми. Спектр бета-частиц. Правило Сарджента. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Гамма-излучение ядер. Классификация фотонов. Каскадное испускание гамма-квантов. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия гамма-квантов. Эффект Мёссбауэра. Спонтанное деление ядер. Механизм деления. Спонтанно делящиеся изомеры. Свойства осколков деления. Атомно-молекулярные последствия радиоактивного распада.

##### **1.3. Ядерные реакции**

Определение и классификация ядерных реакций. Законы сохранения при ядерных реакциях. Сечение и выход ядерной реакции. Искусственная радиоактивность. Получение радионуклидов в ядерных реакциях. Уравнение активации тонкой мишени. Механизмы ядерных реакций: составное ядро и прямые процессы. Функции возбуждения. Классификация нейтронов. Основные виды ядерных реакций на нейтронах. Сечение

образования составного ядра в нерезонансной области Резонансные максимумы. Сечение в резонансной области и формулы Брейта–Вигнера. Ядерные реакции на протонах и альфа-частицах. Реакции дейтронов как пример прямых процессов. Реакции под действием тяжелых ионов. Термоядерные реакции. Проблема управляемого термоядерного синтеза. Перспективы использования термоядерной энергии. Источники энергии звезд и нуклеосинтез во Вселенной. Космические лучи. Фотоядерные реакции. Горячие атомы. Эффект Сцилларда–Чалмерса.

#### **1.4. Ядерный реактор. Ускорительная техника**

Деление под действием нейтронов: история открытия. Энергия активации. Распределение энергии деления. Цепная реакция деления ядер. Замедление нейтронов. Гетерогенный ядерный реактор на тепловых нейтронах. Управление цепной реакцией. Роль запаздывающих нейтронов Накопление продуктов деления. Облученное ядерное топливо. Основные типы реакторов. Перспективы развития ядерной энергетики. Ускорители заряженных частиц и общие принципы их работы. Электростатический генератор. Линейный ускоритель. Циклотрон Другие типы ускорителей. Ускорители электронов как источники фотонов высоких энергий. Источники нейтронов.

### **Раздел 2. Основы дозиметрии**

#### **2.1. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом**

Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Ионизация и возбуждение атомов и молекул. Классическая теория ионизационного торможения. Релятивистские эффекты при торможении. Формула Бете–Блоха и ее анализ. Композиционный закон Брэгга. Упругое рассеяние на ядрах. Пробег тяжелой заряженной частицы. Связь пробега с энергией. Эффекты перезарядки. Потери энергии осколками деления. Особенности взаимодействия быстрых электронов и позитронов с веществом. Ионизационное и радиационное торможение: сопоставление потерь энергии. Аннигиляция позитронов. Пробег монохроматических электронов и бета-частиц. Черенковское излучение. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Фотоэффект. Эффект Комптона. Образование электрон-позитронных пар. Коэффициент ослабления. Экспоненциальный закон поглощения гамма-квантов.

#### **2.2. Детекторы заряженных и нейтральных частиц**

Радиометрия и спектрометрия ядерного излучения. Основные характеристики детекторов ионизирующего излучения. Газовые ионизационные детекторы. Полупроводниковые детекторы. Сцинтилляционные детекторы. Черенковские счетчики. Трековые детекторы. Детекторы нейтронов. Процесс регистрации частиц счетной установкой. Измерения активности. Метод совпадений. Общие характеристики спектрометров ядерного излучения. Альфа-, бета- и гамма-спектрометрия.

#### **2.3. Дозиметрия и радиационная безопасность**

Основные дозиметрические величины. Поглощенная доза. Керма. Электронное равновесие. Экспозиционная доза. Мощность дозы. Линейная передача энергии. Флюэнс и плотность потока. Поглощенная доза заряженных частиц. Керма фотонного излучения. Керма и доза нейтронного излучения. Применение детекторов ионизирующего излучения при решении задач дозиметрии. Биологические эффекты при облучении. Эквивалентная доза. Эффективная эквивалентная доза. Принципы радиационной безопасности. Комплекс мероприятий по защите человека от вредного воздействия ионизирующих излучений. Категории лиц, подвергающихся облучению. Внешнее и внутреннее облучение. Допустимые и контрольные уровни облучения. Внешняя дозиметрия. Нормы радиационной безопасности.

### **Раздел 3. Лабораторный практикум**

#### **3.1. Знакомство с радиометрической аппаратурой**

Проверка правильности работы радиометрической аппаратуры по критерию Пирсона. Определение разрешающего времени радиометра.

#### **3.2. Методы определения активности**

Относительное определение бета-активности полупроводниковыми детекторами.  
 Абсолютное определение бета-активности детектором с фиксированным телесным углом.  
 Абсолютное определение активности методом бета-гамма-совпадений.

### 3.3. Методы идентификации радионуклидов

Определение энергии альфа-частиц по длине их пробега в воздухе. Идентификация радионуклидов по верхней границе бета-спектра. Определение энергии гамма-квантов методом ослабления. Альфа-спектрометрия. Гамма-спектрометрия.

### 3.4. Дозиметрические измерения и радиационный контроль

Измерение радиационного фона. Природная и техногенная радиоактивность.  
 Измерение уровней загрязненности поверхностей радионуклидами.

## 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Акад. Ч.	ЗЕ	Акад. Ч.	ЗЕ	Акад. Ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>11</b>	<b>396</b>	<b>6</b>	216	<b>5</b>	180
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,44</b>	<b>160</b>	<b>1,77</b>	<b>64</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Лекции	0,44	16	0,44	16		
Практические занятия	1,33	48	1,33	48		
Лабораторные работы	2,67	96			2,67	96
<b>Самостоятельная работа,:</b>	<b>5,56</b>	<b>200</b>	<b>3,23</b>	<b>116</b>	<b>2,33</b>	<b>84</b>
Подготовка к лабораторным работам		83,8		-		83,8
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	5,56	116	3,23	116	2,33	
Контактная самостоятельная работа		0,2				0,2
<b>Виды контроля:</b>						
Зачет						+
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>		
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4		
Подготовка к экзамену		35,6		35,6		
<b>Вид итогового контроля</b>			<b>Экзамен</b>		<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>11</b>	<b>297</b>	<b>6</b>	162	<b>5</b>	180
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,44</b>	<b>120</b>	<b>1,77</b>	<b>48</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Лекции	0,44	12	0,44	12		
Практические занятия	1,33	36	1,33	36		
Лабораторные работы	2,67	72			2,67	72
<b>Самостоятельная работа,:</b>	<b>5,56</b>	<b>150</b>	<b>3,23</b>	<b>87</b>	<b>2,33</b>	<b>63</b>
Подготовка к лабораторным работам		62,85		-		62,85
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	5,56	87	3,23	87	2,33	

Контактная самостоятельная работа		0,15				0,15
<b>Виды контроля:</b>						
Зачет						+
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>		
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3		
Подготовка к экзамену		26,7		26,7		
<b>Вид итогового контроля</b>			<b>Экзамен</b>	<b>Зачет</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Радиохимия»

**1. Цель дисциплины** - изучение особенностей поведения радиоактивных изотопов в ультрамалых концентрациях в растворе, газе и твердой фазе, распределения их между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, а также вопросов синтеза меченых соединений и применения радиоактивных изотопов в науке, промышленности и медицине.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);
- пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13).
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).
- способностью обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);
- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10).

*Знать:*

- особенности поведения радионуклидов в растворах больших разведений, изотопные, специфические и неспецифические носители и область их применения;
- особенности и закономерности распределения радиоактивных изотопов между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, экстракции;
- особенности реакций изотопного обмена и возможности образования радиоколлоидов;
- принципы синтеза меченых соединений и применения радиоактивных изотопов в физико-химических и радиоаналитических исследованиях;
- правила работы с открытыми радиоактивными источниками в радиохимической лаборатории 3 класса.

*Уметь:*

- использовать метод радиоактивных индикаторов, уметь поставить задачу и провести расчеты необходимой активности для решения задач естественных наук;
- рассчитывать коэффициенты распределения при сокристаллизации, ионном обмене или жидкостной экстракции и характеристики процессов ионного обмена;
- предотвращать адсорбцию радионуклидов на поверхности посуды и фильтров;

- правильно выбирать детектор излучения, проводить радиометрические измерения и надлежащим образом обрабатывать экспериментальные данные.

*Владеть:*

- методами выделения и разделения радионуклидов;
- методом радиоактивных индикаторов для решения радиоаналитических задач;
- методами безопасного проведения работ с радионуклидами в открытом виде в лаборатории 3 класса.

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

**Раздел 1. Введение. Особенности поведения радионуклидов в растворах больших разведений в процессах сокристаллизации, адсорбции и коллоидообразования**

#### **1.1 Поведение радионуклидов в растворах больших разведений**

Поведение радионуклидов в растворах больших разведений. Классификация процессов соосаждения. Изотопные, специфические и неспецифические носители и области их применения.

#### **1.2 Основные закономерности сокристаллизации**

Изоморфная и изодиморфная сокристаллизация. Основные закономерности сокристаллизации. Распределение микрокомпонента между фазами. Константа Хлопина. Коэффициент кристаллизации  $D$ . Линейный и логарифмический законы распределения, условия сокристаллизации. Факторы, влияющие на коэффициент кристаллизации. Образование смешанных кристаллов Гримма. Понятие об аномально смешанных кристаллах.

#### **1.3 Адсорбционные процессы в радиохимии**

Адсорбция на ионных кристаллах. Первичная обменная адсорбция. Первичная потенциалобразующая адсорбция и вторичная обменная адсорбция. Их закономерности. Уравнение Ратнера и следствия из него. Адсорбция на стекле и бумажных фильтрах. Значение адсорбционных явлений в радиохимии. Применение неспецифических носителей. Экспериментальные методы разграничения различных механизмов соосаждения.

#### **1.4 Коллоидообразование в радиохимии.**

Истинные и псевдоколлоиды. Условия их образования, свойства и методы исследования: диализ, ультрафильтрация, центрифугирование, диффузия, радиография и др.

**Раздел 2. Особенности использования изотопного обмена, электрохимии, хроматографии и экстракции в радиохимии**

#### **2.1 Роль изотопного обмена в радиохимии**

Изотопный обмен. Механизм и кинетика изотопного обмена. Идеальный изотопный обмен и его закономерности. Роль изотопного обмена в радиохимии.

#### **2.2 Электрохимические особенности в радиохимии**

Электрохимические методы выделения радионуклидов. Критический потенциал выделения и методы его определения. Применимость уравнения Нернста в растворах больших разведений. Теория Гайсинского. Использование электрохимических методов в радиохимии.

#### **2.3 Хроматография и экстракция в радиохимии**

Классификация хроматографических процессов по механизмам. Адсорбционная хроматография радиоактивных веществ. Ионообменная хроматография. Классификация ионитов и их основные физико-химические свойства: обменная емкость, механическая прочность, химическая и радиационная устойчивость, набухаемость и др. Кинетика ионного обмена. Определение полной обменной емкости радиохимическим методом. Равновесие при ионном обмене. Селективность ионитов. Изотермы сорбции и хроматографические зоны. Элюентный метод ионообменной хроматографии, его

закономерности. Вытеснительный метод. Применение ионообменной хроматографии в радиохимии.

Экстракция, основные понятия и определения. Изотерма экстракции и закон Бертло-Нернста. «Физическое» распределение. Классификация систем с химическим взаимодействием. Экстракция нейтральными органическими веществами. Образование координационных соединений (сольватов). Константа экстрагирования. Определение состава экстрагируемых соединений. Гидратно-сольватный механизм. Экстракция органическими основаниями и их солями. Константы экстрагирования: извлечение кислот, анионный обмен, экстракция металлов. Влияние высаливателей. Экстракция органическими кислотами и их солями. Типы экстрагентов. Реакция экстрагирования, рН полувыделения. Применение экстракции в радиохимии. Распределительная хроматография. Методы закрепления фазы. Достоинства и недостатки.

### **Раздел 3. Основы метода «меченых» атомов и применение радионуклидов в исследованиях**

Общие положения метода «меченых» атомов. Применение радионуклидов в качестве «меченых» атомов. Выбор изотопов, их радиохимическая чистота, расчет необходимой активности. Синтез меченых соединений.

Радиоаналитические методы: радиоактивационный анализ, изотопное разведение, радиометрическая корректировка, радиометрическое титрование. Их достоинства и недостатки. Применение субстехиометрического выделения.

Применение радионуклидов в физико-химических исследованиях.

### **Раздел 4. Лабораторный практикум**

Лабораторный практикум служит для закрепления знаний, полученных при изучении разделов 1-3 дисциплины.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
	ЗЕ	Акад. ч	5		6	
			ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – Аудиторные занятия:</b>	<b>3,56</b>	128	<b>0,89</b>	<b>32</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Лекции:	0,44	16	0,44	16	-	-
Практические занятия	0,44	16	0,44	16	-	-
Лабораторные работы	2,66	96	-	-	2,66	96
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>5,44</b>	<b>196</b>	<b>2,11</b>	<b>76</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>
Подготовка к контрольным работам	5,44	30	2,11	30	3,33	-
Подготовка к лабораторным работам		70		-		70
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,4		45,6		49,8
Контактная самостоятельная работа		0,6		0,4		0,2
<b>Виды контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
	ЗЕ	Астр. ч	5		6	
			ЗЕ	Астр. ч	ЗЕ	Астр. ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>9</b>	<b>243</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>6</b>	<b>162</b>

<b>Контактная работа – Аудиторные занятия:</b>	3,56	96	<b>0,89</b>	<b>24</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Лекции:	0,44	12	0,44	12	-	-
Практические занятия	0,44	12	0,44	12	-	-
Лабораторные работы	2,66	72	-	-	2,66	72
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>5,44</b>	<b>147</b>	<b>2,11</b>	<b>57</b>	<b>3,33</b>	<b>90</b>
Подготовка к контрольным работам	5,44	22	2,11	22	3,33	-
Подготовка к лабораторным работам		52,5		-		52,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,55		34,2		37,3
Контактная самостоятельная работа		1,45		0,3		0,15
<b>Виды контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физико-химические методы анализа»

**1. Цель дисциплины** – создание у обучающихся теоретической базы знаний о современных методах физико-химического исследования и анализа для последующего решения конкретных научных и практических задач, связанных с проведением научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности в области контроля за современными процессами получения материалов ядерного и неядерного назначения.

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

*обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3).

*Знать:*

- основные возможности в получении информации о структуре и составе вещества при использовании различных физико-химических методов анализа,
- физико-химические основы современных методов анализа;
- основные метрологические характеристики различных физико-химических методов анализа;
- последовательность операций при подготовке пробы для проведения анализа, обеспечивающая ее представительность

*Уметь:*

- рассчитывать предел обнаружения вещества в анализируемом объекте по заданным результатам проведенных холостых экспериментов;
- находить в результатах аналитических определений систематические ошибки и промахи;
- выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от задачи аналитического определения;
- рассчитать необходимые параметры для получения необходимого аналитического сигнала на основе знания физико-химических основ метода анализа.

*Владеть:*

- методами статистической оценки достоверности полученных результатов аналитического определения концентрации вещества;
- расчетными методами обработки величины аналитического сигнала, полученного в физико-химическом методе анализа, для получения целевой информации о концентрации определяемого вещества,
- знаниями о содержании информации о структуре вещества при использовании данного физико-химического метода анализа.

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

**Введение.** Предмет и задачи дисциплины. Определения аналитической химии и химического анализа. Виды анализа: качественный, количественный, изотопный, элементный, функциональный, молекулярный, вещественный. Классификация чистоты веществ: «ч», «чда», «хч», «очв», «вчв». Различие между «очв» и «вчв».

## **Раздел 1. Порядок проведения анализа и его метрологические характеристики**

### 1.1. Метрологические характеристики методов анализа

Элементы математической статистики: типы распределения случайных величин, распределения Гаусса и Пуассона, доверительная вероятность, доверительный интервал, квадратичный закон распространения ошибок. Критерии Стьюдента и Фишера. Q-критерий. Предел обнаружения (абсолютный, относительный). Чувствительность метода анализа. Воспроизводимость и точность (правильность). Определение промахов. Сравнение данных, полученных в независимых измерениях.

### 1.2. Предварительная подготовка проб для проведения анализа

Последовательность операций при проведении любого анализа. Отбор проб. Понятия представительной, генеральной, лабораторной и анализируемой пробы. Особенности отбора проб неоднородных твердых веществ. Зависимость массы представительной пробы твердого вещества от размера частиц. Формула Ричердса-Чеччота. Подход к выбору соотношения между числом анализируемых твердых проб и числом параллельных измерений данной пробы. Вскрытие твердых проб. Селективное вскрытие. Индивидуальные и групповые методы концентрирования микропримесей, абсолютное и относительное концентрирование. Характеристики метода концентрирования – степень извлечения и степень обогащения. Физические, физико-химические и химические методы концентрирования. Экстракция, дистилляция, ректификация, сублимация, направленная кристаллизация, ионный обмен, осаждение и со-осаждение как методы концентрирования, области их применения.

## **Раздел 2. Масс-спектрометрия.**

### 2.1. Определение масс-спектрометрии и классификация приборов

Понятие масс-спектрометрии, блок-схема и классификация масс-спектрометрических приборов (статические и динамические, химические и изотопные, масс-спектроскопы, спектрографы и спектрометры).

### 2.2. Взаимодействие заряженных частиц с электрическими и магнитными полями.

Поведение заряженных частиц в электрических и магнитных полях: продольное и поперечное электростатическое поле, продольное и поперечное однородное магнитное поле. Фокусирующее свойство однородного магнитного поля. Совместное действие электрического и магнитного полей. Опыты Томсона: катодная трубка (определение отношения заряда к массе для электрона), метод парабол. Принципиальная схема статического масс-спектрометра.

### 2.3. Типы ионных источников масс спектрометров

Типы ионных источников: с ионизацией электронным ударом, печной, с фотоионизацией, лазерный ионный источник. Их преимущества и недостатки.

### 2.4. Газовый поток в статическом масс-спектрометре

Газовый поток через масс-спектрометр. Вязкий и молекулярный режим натекания газовой смеси из системы напуска в ионный источник. Химические и изотопные приборы. Особенности систем напуска в них.



### 2.5. Разрешающая способность статического масс-спектрометра.

Теоретическая форма ионного пика в масс спектре. Разрешающая способность статических масс-спектрометров: теоретическая и экспериментально определяемая приборов. Классификация приборов по величине разрешающей способности. Дуплеты и возможности из разрешения.

### 2.6. Типы динамических масс-спектрометров

Время-пролетный и квадрупольный масс-спектрометры. Омегатрон. Преимущества и недостатки динамических приборов, области их применения.

## **Раздел 3. Спектральные методы анализа.**

### 3.1. Определение и классификация спектральных методов анализа

Понятие спектральных методов анализа, их классификация. Характеристики электромагнитного излучения: частота, волновое число, длина волны, энергия кванта. Энергетический диапазон электромагнитного излучения, характер возбужденного состояния атомов и молекул в различных энергетических диапазонах Рентгеновская, оптическая (УФ-, видимая, ИК-), микроволновая, радиочастотная (ЭПР, ЯМР) спектроскопии, Эмиссионная и абсорбционная, атомная и молекулярная спектроскопия. Блок-схемы приборов.

### 3.2. Методы атомного спектрального анализа

Атомный спектральный анализ (АСА). Атомный спектр водорода и водородоподобных атомов. Атомный спектр многоэлектронных атомов. Виды атомной спектроскопии: эмиссионная, абсорбционная, флуоресцентная, рентгеновская (фотоэлектронная, оже-, флуоресцентная, эмиссионная). Способы атомизации пробы: в пламени, электротермический, в электрической дуге и искре, индуктивно связанной плазме. Конкретные методы АСА: атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный, атомно-флуоресцентный, рентгеновский, оже-спектроскопия.

### 3.3. Методы молекулярного спектрального анализа

Молекулярный спектральный анализ (МСА). Кривая потенциальной энергии двухатомной молекулы. Электронное, колебательное, вращательное возбуждение молекулы и их энергетические диапазоны. Виды молекулярной спектроскопии: вращательная, колебательная, электронная и их комбинации. Конкретные методы МСА: ИК-спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, флуориметрия, спектрофотометрия. Сравнение возможностей методов молекулярной и атомной спектроскопии.

### 3.4. Типы монохроматоров и регистраторов электромагнитного излучения спектральных приборов

Методы разложения электромагнитного излучения в спектр: призма, дифракционная решетка, интерферометр Фабри-Перро. Регистрация интенсивности электромагнитного излучения:  $\gamma$ -спектрометры, фотоэлектронные умножители, болометры, Фурье спектрометры.

### 3.5. Метрологические характеристики спектральных методов анализа

Разрешение двух близких спектральных полос: критерий Релея. Разрешающая способность и линейная дисперсия спектральных приборов.

## **Раздел 4. Хроматографические методы анализа**

### 4.1. Определение и классификация хроматографических методов анализа

Определение хроматографии, их классификация: газовая и жидкостная хроматография, вытеснительная, проявительная и фронтальная виды хроматографии. Общие характеристики хроматографического разделения веществ: разрешение, эффективность, селективность, связь между ними.

### 4.2. Методы газовой хроматографии

Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматографии. Принципы подбора газа-носителя. Принципы подбора адсорбентов и жидкой фазы для газо-адсорбционной и

газожидкостной хроматографии. Типы адсорбентов. Требования к жидкой фазе, полярные, умеренно полярные, неполярные жидкие фазы.

#### 4.3. Методы жидкостной хроматографии

Жидкостная хроматография, принципы подбора подвижной и неподвижной фаз. Нормальная и обращенная неподвижная фаза. Высокоэффективная жидкостная хроматография.

#### 4.4. Типы детекторов хроматографов

Детекторы для газовой хроматографии: катарометр, пламенно-ионизационный, с электронным захватом. Детекторы для жидкостной хроматографии: по удельной электропроводности и по показателю преломления, спектрофотометрический. Хромато-масс-спектрометрия.

### **Раздел 5. Электрохимические методы анализа**

#### 5.1. Потенциометрия

Понятие ион-селективного электрода. Принципиальная схема прибора для потенциометрического определения. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование, область применения, методы определения точки эквивалентности.

#### 5.2. Кулонометрия

Законы Фарадея. Кулонометрия потенциостатическая и амперостатическая, области применения. Понятия предельного тока и выхода по току. Метод определения затраченного количества электричества при потенциостатической кулонометрии. Область применения амперостатической кулонометрии.

#### 5.3. Вольтамперометрия

Типы поляризующихся (индикаторных) электродов. Полярография. Типы полярограмм. Диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Дифференциальная импульсная полярография. Область применения полярографии.

### **Раздел 6. Радиочастотные методы анализа**

#### 6.1. Краткая характеристика методов ЯМР и ЭПР

Магнитный момент ядер, гиромагнитное отношение, g-фактор, магнетон Бора, ядерный магнетон. Явление ядерной магнитной релаксации: спин-спиновое и спин-решеточное времена релаксации, уравнения Блоха. Спектроскопия ЯМР: химический сдвиг, роль спин-спинового взаимодействия и диффузионных процессов. Природа электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), спиновой и орбитальный парамагнетизм, g-фактор электрона. Отличие спектрометров ЭПР от спектрометров ЯМР. Области применения методов ЯМР и ЭПР.

### **3. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	6 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,67	95,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля</b>		
зачет		+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	6 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>35,9</b>
Лекции (Лек)	0,89	24,0
Практические занятия (ПЗ)	0,44	11,9
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,67	71,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля</b>		
зачет	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности»**

**1. Цель дисциплины** - создание у обучающихся общей теоретической и методологической базы знаний в области химии и технологии материалов современной энергетики, включающей представления о широком спектре производственных задач, входящих в пределы их компетенции, основах и взаимосвязи используемых методов и вариантах их практического применения.

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

*обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- готовностью использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);
- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);
- готовностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);

- способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);
- способностью к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16).

*Знать:*

- основные стадии ядерного топливного цикла;
- экологические последствия эксплуатации АЭС;
- законы РФ и нормативные документы по использованию атомной энергии, радиационной безопасности и обращению с радиоактивными отходами;
- химические процессы при воздействии ионизирующего излучения на вещество, основы дозиметрии и дозиметрического контроля;
- принципиальные основы и особенности процессов, используемых в технологии материалов современной энергетики;
- аппаратное оформление и последовательность построения технологических схем для решения задач, связанных с переработкой ОЯТ и обращением с РАО, производством редких элементов, стабильных изотопов и особо чистых веществ.

*Уметь:*

- использовать полученные знания для оценки возможности строительства новых АЭС, расчета ориентировочных капитальных затрат и эксплуатационных расходов;
- оценивать радиационную опасность радионуклидов и материалов;
- применять базовые знания в области химии и технологии материалов современной энергетики для решения конкретных задач и совершенствования эксплуатируемых технологических схем;
- выполнять расчетные оценки основных характеристик, применяемых в технологии материалов современной энергетики;
- определять требования к используемым рабочим веществам и оптимальные условия осуществления процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики;

*Владеть:*

- основными технологическими способами переработки урансодержащего сырья, его выделению и обогащению по изотопу  $^{235}\text{U}$ ;
- навыками расчета дозы в рабочих помещениях и дозовых нагрузок на персонал.
- основами выбора отдельных стадий и рациональных технологических схем получения материалов современной энергетики, сочетания имеющихся и создание новых схем;
- навыками расчета, сравнительной оценки и поиска оптимальных параметров процессов, применяемых в технологии материалов современной энергетики;
- основами анализа современных тенденций в технологии материалов современной энергетики.

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

#### **Раздел 1. Введение в технологию материалов современной энергетики**

##### **1.1. Основные понятия атомной энергетики**

Производство электроэнергии на тепловых электростанциях, гидроэлектростанциях и атомных электростанциях (АЭС), их сравнение по экономическим и экологическим показателям. Ядерные энергетические установки – типы, характеристики, принципиальные схемы, перспективы использования. Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) – особенности технологий различных стадий ЯТЦ, отрасли промышленности, обслуживающие ЯТЦ, ведущая роль химической технологии в ЯТЦ, вопросы экологии в ЯТЦ. Делящиеся материалы. Конструкционные материалы для атомной энергетики. Взаимодействие излучений с реакторными материалами. Технология

и применение обогащенного урана. Основные виды ядерного топлива.

## 1.2. Обращение с радиоактивными отходами и вопросы радиационной безопасности

Переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и повторное использование делящихся материалов. Обращение с радиоактивными отходами (РАО). Воздействие предприятий ЯТЦ на человека и окружающую среду. Безопасность предприятий ЯТЦ. Концепции безопасного реактора. Международное сотрудничество в атомной энергетике.

## **Раздел 2. Основы радиационной безопасности и применение радионуклидов и излучений**

### 2.1. Применение радионуклидов и общие задачи радиационной безопасности

Радионуклиды и атомная энергетика. Открытие радиоактивности. Реакции деления радионуклидов и ядерный реактор. Ядерная энергетика. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Радиационная химия, как часть химии высоких энергий, ее задачи. Общие задачи радиационной безопасности. Естественные и искусственные радионуклиды (РН) в окружающей среде. Открытые и закрытые источники излучения. Радиационный фон и вклад в него различных составляющих. Атомная энергетика и проблема радиоактивных отходов. Проблемы охраны окружающей среды.

### 2.2. Ионизирующее излучение и его взаимодействие с веществом

Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Взаимодействие фотонов с веществом. Детекторы для регистрации и спектрометрии альфа-излучения, детекторы для регистрации бета- и гамма- излучений. Дозиметрия ионизирующего излучения – внешнее и внутреннее облучение человека, экспозиционная доза, поглощенная и эквивалентная дозы, понятие о допустимых уровнях облучения, детерминированные и стохастические эффекты, дозовые коэффициенты радионуклидов, методы определения дозы в лаборатории.

### 2.3. Основные нормативные документы НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010.

Нормирование дозовой нагрузки на человека. Принципы радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности. Облучение персонала. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ. Расчет эффективной мощности дозы в лаборатории. Облучение населения. Меры по ограничению облучения населения. Пределы доз для населения. Пределы годового поступления для воздуха и воды. Понятие об уровне вмешательства. Методы радиационного контроля. Защита пациента в ядерной медицине.

### 2.4. Физико-химическая стадия взаимодействия излучения с веществом.

Основные понятия химии высоких энергий – электронная активация, возбужденные молекулы, ионы, радикалы, поглощенная доза, радиационно-химические выходы, радиационная чувствительность и стойкость, радиолиз, классификация ионизирующих излучений. Энергетический спектр выбиваемых электронов. Возбужденные частицы. Поведение электронов в неполярных и полярных молекулярных жидких и твердых средах.

### 2.5. Радиационно-химические проблемы ядерной энергетики.

Радиолиз воды. Радиолиз водных растворов. Радиолиз органических веществ. Дозиметрия ионизирующих излучений.

### 2.6. Радиоактивные отходы.

Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами СПОРО. Классификация РАО, складирование и система переработки РАО. Кондиционирование РАО. Временное и окончательное захоронение РАО. Радиационная безопасность при обращении с РАО.

## **Раздел 3. Химическая технология редких элементов**

### 3.1. Редкие элементы в современной энергетике.

Ядерная энергетика, ее сырьевое обеспечение, мировое энергопотребление, основные тенденции. Направления изменения энергопотребления и производства. Редкие

элементы как геохимическое и технологическое понятие. Минералы и руды редких металлов, их характеристики, подготовка рудных концентратов к практическому использованию. Ядерные и неядерные области применения лития, бериллия, урана, циркония, гафния и других редких металлов.

### 3.2. Технология извлечения редких элементов.

Разложение рудных концентратов. Методы вскрытия руд – высокотемпературный, выщелачивание, «сухие» методы. Концентрирование редких элементов и разделение близких по свойствам редких элементов с использованием методов экстракции и сорбции. Ионообменная хроматография. Принципиальная схема комплексной переработки группового концентрата РЗЭ. Получение индивидуальных соединений редких металлов или их смесей в промышленности (технологические схемы).

### 3.3. Производство и рафинирование металлов и сплавов, производство изделий из них.

Степень чистоты ядерных материалов, получение твердых соединений редких металлов. Элементы, подходящие для использования в качестве конструкционных материалов в ядерном реакторе. Нейтронные яды. Необходимая степень очистки (допустимые содержания). Методы очистки - осаждение, кристаллизация. Способы аффинажной очистки урана. Пероксидная, карбидная очистки, экстракционный аффинаж. Достоинства и недостатки. Иодидное рафинирование циркония. Чистота элемента в истории урана и циркония. Получение редких металлов в свободном состоянии. Металлотермия и электролиз. Обработка редких металлов. Йодидное рафинирование, порошковая металлургия и плавка.

## **Раздел 4. Технология особо чистых веществ**

### 4.1. Введение в технологию особо чистых веществ.

Способы выражения степени чистоты веществ. Понятия «микропримесь» и «особо чистое вещество» (ОСЧ). Современный достигнутый уровень чистоты вещества. Влияние внешних загрязнений на процессы глубокой очистки вещества. Понятие коэффициента интенсивности очистки. Диффузионная модель загрязнения из внешнего источника. Модель поступления примеси из внешнего источника по механизму растворения. Классификация методов глубокой очистки веществ. Общая характеристика методов глубокой очистки веществ.

### 4.2. Химические методы получения особо чистых веществ

Основные варианты химических методов и оценка их предельных возможностей. Сущность химических транспортных реакций. Перенос вещества потоком газа-носителя. Перенос вещества молекулярной диффузией. Перенос вещества посредством конвекции. Преимущества и недостатки химических методов получения особо чистых веществ.

### 4.3. Физико-химические методы получения особо чистых веществ

Дистилляционные методы. Ректификация как метод глубокой очистки веществ – теоретические основы ректификации разбавленных растворов, основные характеристики, аппаратное оформление, влияние загрязняющего действия материала аппаратуры на глубину очистки веществ, молекулярная дистилляция, технологические схемы получения веществ ОСЧ. Получение газов высокой чистоты методом криогенной ректификации.

Адсорбционный метод – теоретические основы разделения смесей методом адсорбции, расчет динамики адсорбции микропримесей при глубокой очистке, адсорбенты, использование метода при глубокой очистке веществ, технологические схемы глубокой очистки газов в процессах производства легких изотопов.

Ионообменный метод. Теоретические основы разделения смесей методом ионного обмена. Общий подход к синтезу ионообменных смол. Ионообменная технология очистки воды. Принципиальные основы технологии очистки жидких радиоактивных отходов методом ионного обмена.

Кристаллизационные методы. Физико-химические основы метода. Нормальная направленная кристаллизация. Многократная направленная кристаллизация. Зонная

перекристаллизация. Общий анализ технических средств и методов зонной плавки при производстве тугоплавких и химически активных металлов для современной энергетики. Основы технологии электронно-лучевой зонной плавки циркония.

### Модуль 5. Технология изотопов

#### 5.1. Разделение изотопов методом ректификации.

Ректификация воды как способ разделения изотопов. Общность и различие в задачах концентрирования изотопов водорода и кислорода. Особенности вакуумной ректификации воды. Низкотемпературная ректификация СО метана как способы разделения изотопов углерода; разделение изотопов азота и кислорода ректификацией NO; разделение изотопов бора ректификацией BF<sub>3</sub>. Особенности технологии, аппаратное оформление, технологические схемы, производственные установки.

#### 5.2. Разделение изотопов методом химического изотопного обмена.

Особенности метода химического изотопного обмена. Разделение изотопов в системах «жидкость-газ» на примерах технологии разделения изотопов углерода, азота, кислорода, бора и кремния. Разделение изотопов в системах «жидкость-жидкость» – амальгамный способ разделения изотопов лития, калия, кальция, магния. Разделение изотопов методом в системах «жидкость-твердая фаза» на примерах разделения изотопов азота и бора. Особенности технологии, аппаратное оформление, технологические схемы, производственные установки.

#### 5.3. Разделение изотопов водорода

Разделение изотопов водорода методом ректификации – концентрирование дейтерия методами ректификации воды, ректификации аммиака, низкотемпературной ректификации водорода. Разделение изотопов водорода методом химического обмена в системах «вода-водород», «жидкий аммиак – водород», двухтемпературным сероводородным методом. Особенности технологии, аппаратное оформление, технологические схемы, производственные установки.

## 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			5		7		8		9	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	22	792	2	72	6	216	6	216	8	288
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>8,39</b>	<b>302</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>	<b>2,5</b>	<b>90</b>	<b>2,5</b>	<b>90</b>	<b>2,5</b>	<b>90</b>
Лекции	4,445	160	0,445	16	1,33	48	1,33	48	1,33	48
Практические занятия (ПЗ)	3,945	142	0,445	16	1,17	42	1,17	42	1,17	42
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>11,61</b>	<b>418</b>	<b>1,11</b>	<b>40</b>	<b>3,5</b>	<b>126</b>	<b>2,5</b>	<b>90</b>	<b>4,5</b>	<b>162</b>
Контактная самостоятельная работа	11,61	0,6	1,11	0,2	3,5	0,4	2,5	-	4,5	-

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		417,4		39,8		125,6		90		162
<b>Виды контроля:</b>										
Зачет			+	+						
Зачет с оценкой					+	+				
<b>Экзамен</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</b>		<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			5		7		8		9	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	22	594	2	54	6	162	6	162	8	216
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>8,39</b>	<b>226,5</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>	<b>2,5</b>	<b>67,5</b>	<b>2,5</b>	<b>67,5</b>	<b>2,5</b>	<b>67,5</b>
Лекции	4,445	120	0,445	12	1,33	36	1,33	36	1,33	36
Практические занятия (ПЗ)	3,945	106,5	0,445	12	1,17	31,5	1,17	31,5	1,17	31,5
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>11,61</b>	<b>313,5</b>	<b>1,11</b>	<b>30</b>	<b>3,5</b>	<b>94,5</b>	<b>2,5</b>	<b>67,5</b>	<b>4,5</b>	<b>121,5</b>
Контактная самостоятельная работа	11,61	0,45	1,11	0,15	3,5	0,3	2,5	-	4,5	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		313,05		29,85		94,2		67,5		121,5
<b>Виды контроля:</b>										
Зачет			+	+						
Зачет с оценкой					+	+				
<b>Экзамен</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.		54,3						26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	



**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Методы аналитического контроля в производстве материалов современной  
энергетики»**

**1. Цель дисциплины** – сформировать у будущего инженера достаточно полное представление о методах аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики с выявлением его специфики для ряда технологических процессов, таких как радиохимическое производство, получение изотопно обогащенной продукции, особо чистых веществ, технология редких элементов.

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

*Обладать* следующими компетенциями

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2).
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);

В результате изучения дисциплины студент должен:

*Знать:*

- специфику проведения анализа материалов современной энергетики с учетом предварительной подготовки пробы и мешающих факторов;
- теоретические основы, области применения, возможности, ограничения использования каждого метода для анализа материалов современной энергетики;

*Уметь:*

- осуществлять выбор оптимального метода для решения конкретной задачи определения состава вещества при анализе материалов современной энергетики; проводить расчет состава анализируемого вещества при использовании различных методов с учетом специфики анализа материалов современной энергетики;

*Владеть:*

- навыками статистической обработки результатов анализа с учетом специфики предварительной подготовки пробы, случайной и систематической приборной погрешности, области определяемых концентраций;
- навыками определения и учета факторов, вносящих основной вклад в погрешность анализа;
- методами проведения эксперимента с применением современной научной аппаратуры, анализа и обработки результатов эксперимента.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Физико-химические методы анализа изотопов и особо чистых веществ.**

**Введение.**

Цели, задачи и структура курса. Роль аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики. Специфика анализа стабильных изотопов и микропримесей в особо чистых (ОСЧ) веществах

**1.1. Статистическая обработка результатов и метрологические характеристики на примере методов анализа изотопов и особо чистых (ОСЧ) веществ.**

В данном разделе рассматриваются методы статистической обработки анализа на примерах анализа изотопного состава веществ и использование логарифмического распределения при обработке результатов анализа особо чистых веществ. Применительно

к анализу изотопов и веществ ОСЧ рассматриваются метрологические характеристики методов выполнения измерений, составляющие погрешностей и способы их оценки, в том числе чувствительность и предел обнаружения как важнейшие характеристики метода при анализе изотопного состава и особо чистых веществ.

### 1.2. Методы анализа особо чистых веществ.

Раздел посвящен изучению специфики анализа веществ ОСЧ. Методы предварительного концентрирования микропримесей как предварительная стадия анализа особо чистых веществ. Способы применения неизбирательных, ядерных, каталитических, спектральных и хроматографических методов для анализа микропримесей в веществах ОСЧ, а также.

### 1.3. Методы анализа стабильных изотопов.

Особенностей использования масс-спектрометрии, денсиметрии, интерферометрии и спектральных методов для анализа изотопного состава веществ. Полный изотопный анализ воды с использованием метода двух констант и комбинации денсиметрического и спектрального методов.

## **Раздел 2. Физико-химические методы анализа редких и рассеянных элементов**

### 2.1. Основные понятия аналитического контроля в производстве редких элементов.

Основные понятия аналитического контроля в производстве редких элементов, объекты анализа, особенности составления схем анализа, выбора методов анализа, предварительной подготовки проб, содержащих редкие металлы. Аттестованные методики анализа объектов переработки сырья редких металлов. Важность контроля содержания примесей, влияющих на потребительские свойства материалов.

### 2.2. Основы минералогических исследований.

Основные принципы и методы гранулометрического анализа. Оптические свойства материалов и методы их исследования (световая и рентгеновская микроскопия; оптическая и люминесцентная спектроскопия). Исследование структуры минералов, руд и продуктов их переработки (основы рентгенофазового анализа, электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии).

### 2.3. Особенности аналитического определения редких металлов.

Физико-химические методы определения лития. Химические и физико-химические методы определения редкоземельных элементов (РЗЭ). Методы определения циркония, гафния, ниобия, тантала и урана.

## **Раздел 3. Хроматография и хромато-масс-спектрометрия в анализе материалов современной энергетики**

### 3.1 Хроматографические методы в анализе материалов современной энергетики.

Общность и специфика процессов хроматографического анализа материалов современной энергетики. Теоретические основы хроматографии. Предподготовка и системы ввода образцов при хроматографическом анализе. Качественный газо-хроматографический анализ. Эксклюзионная хроматография. Жидкость-жидкостная (распределительная) хроматография. Сверхкритическая флюидная хроматография.

### 3.2. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия как методы анализа материалов современной энергетики.

Особенности применения методов ионизации для получения масс-спектров молекулярных ионов и изучения высокомолекулярных соединений различной природы. Физические основы метода масс-спектрального распада органических соединений в режиме электронной ионизации. Принципы и приемы определения области молекулярно-массового распределения. Понятие «осколочные и характеристические ионы». Физические основы масс-спектрального распада. Понятие метастабильные ионы и принципы их образования. Основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров. Расчет изотопной чистоты соединений. Метод масс-фрагментографии и режим мониторинга заданных ионов. Масс-спектрометрия высокого разрешения.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			7		8		9	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>13</b>	<b>468</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>5.34</b>	<b>192</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции	2,67	96	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	2,67	96	0,89	32	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,66</b>	<b>240</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Контактная самостоятельная работа	6,66	0,4	2,22	0,2	2,22	0,2	2,22	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		239,6		79,8		79,8		80
<b>Виды контроля:</b>								
Зачет	-	-	+	+	+	+	-	-
Экзамен	-	-	-	-	-	-	1	36
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>	1	0,4					1	0,4
<b>Подготовка к экзамену.</b>		35,6						35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			7		8		9	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	13	351	4	117	4	117	5	135
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>5.34</b>	<b>144</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции	2,67	72	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	2,67	72	0,89	24	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6,66</b>	<b>180</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	6,66	0,3	2,22	0,15	2,22	0,15	2,22	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		179,7		59,85		59,85		60
<b>Виды контроля:</b>								
Зачет	-	-	+	+	+	+	-	-
Экзамен	-	-	-	-	-	-	1	27
<b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b>	1	0,3	-	-	-	-	1	0,3
<b>Подготовка к экзамену.</b>		26,7	-	-	-	-		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зачет</b>		<b>Экзамен</b>	

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Оборудование производств редких элементов»**

**1. Цель дисциплины** – сформировать у обучающегося достаточно полное представление об аппаратурном оформлении производств редких элементов с выявлением его специфики для ряда технологических процессов.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1).

**В результате освоения дисциплины выпускник должен**

*Знать:*

- оборудование, используемое для проведения гидро-, пиро- и электрометаллургических производств материалов современной энергетики;
- принципы выбора аппаратуры для конкретного технологического процесса;

*Уметь:*

- осуществить выбор оборудования для конкретного технологического процесса в технологии редких элементов, в том числе с учетом требований безопасности работы;
- осуществить выбор вспомогательного оборудования, используемого для работы типового оборудования в технологии редких элементов;

*Владеть:*

- навыками использования инженерных методов расчета типовых аппаратов, используемых в технологии редких элементов;
- принципами выбора характеристик оборудования, необходимых для составления исходных данных для его проектирования

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Аппаратурное оформление выщелачивания и сорбции.**

1.1. История организации производства промышленного оборудования в технологии редких элементов. Специфика оборудования, используемого в технологии редких элементов

История создания специального промышленного оборудования, используемого в технологии редких элементов. Классификация редких элементов и их особенности. Современное состояние производства оборудования для редкометалльной отрасли.

#### 1.2. Агитаторы, пачуки, автоклавы, колонны. Расчет каскада выщелачивания

Технологическая классификация гетерогенных систем. Классификация процессов выщелачивания. Агитаторы, пачуки, автоклавы, колонны. Расчет прямоточного каскада выщелачивания.

#### 1.3. Перколяционное выщелачивание. Кучное выщелачивание. Подземное выщелачивание, его разновидности и способы организации. Явление кольматации. Бактериальное выщелачивание

Перколяционное выщелачивание и его виды. Кучное выщелачивание и его организация. Скважинное и блочное подземное выщелачивание, его разновидности и способы организации. Явление кольматации и методы ее предотвращения. Бактериальное выщелачивание. Типы используемых бактерий.

#### 1.4. Физические методы интенсификации выщелачивания

Механоактивация, ультразвуковое воздействие, радиационное облучение. Оборудование для осуществления методов интенсификации выщелачивания редких элементов. Области применения и ограничения использования.

#### 1.5. Организация и расчет сорбционно-десорбционных каскадов. Сорбционные аппараты периодического действия

Классификация ионообменного оборудования. Организация и расчет полунепрерывных и непрерывных сорбционно-десорбционных каскадов. Сорбционные фильтры, их основные узлы, методы отделения взвешенных частиц. Основные типы сорбционных фильтров.

#### 1.6. Сорбционные аппараты непрерывного действия

Аппараты непрерывного действия (со сплошным движущимся слоем, со взвешенным слоем). Отдельные типы аппаратов: колонна с периодической разгрузкой смолы КНСПР и колонна КДС, пульсационная колонна ПСК и ее разновидности, пачук.

#### 1.7. Сорбционные аппараты полунепрерывного действия

Контактор Хиггинса, колонна Асахи, установка Пермутит, колонны КНПДС, СНК, ИПК, ПИК, КНСПД. Паудекс-фильтры. Барабанные аппараты БША. Сорбционный модуль нового поколения ИНПМ

#### 1.8. Аппараты для десорбции. Вспомогательные устройства и узлы аппаратов непрерывного и полунепрерывного действия. Инженерные методы расчета сорбционных аппаратов

Особенности аппаратов для десорбции редких элементов. Троммель, конструкции дозаторов и другого вспомогательного оборудования. Классификация инженерных методов расчета сорбционного оборудования. Примеры расчета сорбционного фильтра. Показ документального фильма «Чудесный импульс» по пульсационной технике.

### **Раздел 2. Аппаратурное оформление мембранных процессов и экстракционных процессов**

#### 2.1. Краткая характеристика мембранных процессов в технологии редких элементов. Аппаратурное оформление процессов обратного осмоса, ультрафильтрации, микрофильтрации, электродиализа

Области применения мембранных процессов в технологии редких элементов. Баромембранные процессы, их разновидности. Характеристики мембран. Ядерные мембраны. Способы очистки мембран. Разновидности оборудования для осуществления процессов обратного осмоса, ультрафильтрации, микрофильтрации, электродиализа.

#### 2.2. Специфика оборудования для организации очистки жидких радиоактивных отходов мембранными методами. Электродиализ в технологии урана и рения. Инженерные методы расчета основных характеристик мембранного оборудования

Ограничение габаритов оборудования для мембранной очистки жидких радиоактивных отходов, способы предотвращения накопления осадков. Области применения электролиза в технологии урана и рения. Инженерные методы расчета характеристик мембранного оборудования для конструирования мембранных аппаратов.

2.3. Расчет экстракционного каскада. Методы определения теоретических ступеней контактирования. Классификация экстракторов. Смесительно-отстойные экстракторы.

Расчет экстракционного и экстракционно-промывного каскада. Методы определения теоретических ступеней контактирования. Классификация экстракторов. Смесительно-отстойные экстракторы. Трубчатый смесительно-отстойный экстрактор ЗАО "Русредмет"

2.4. Экстракционные колонны. Сравнение основных типов экстракционного оборудования.

Экстракционные колонны: гравитационные колонны, роторные и роторно-дисковые колонны (экстракторы Шайбеля, Грессера, роторно-дисковый и асимметричный роторно-дисковый экстрактор, аппараты Микско, Кюни). Пульсационные экстракционные колонны. Системы пульсаций. Насадка КРИМЗ. Вибрационные экстракционные колонны. Центробежные экстракторы. Серия ЭЦ. Аппараты Лувеста, Робатель, Шарплес, экстрактор Подбильяка, Квадроник, ЭГН, ЭЦД, Центрэк. Сравнение основных типов экстракционного оборудования по областям применения и характеристикам.

2.5. Инженерные методы расчета габаритов экстракционного оборудования: смесителей-отстойников, вибрационных колонн, пульсационных колонн, центробежных экстракторов

Инженерные методы расчета габаритов смесительной и отстойной камер в смесителях-отстойниках, вибрационных колонн, пульсационных колонн, центробежных экстракторов с учетом характеристик, имеющихся в каталогах.

### **Раздел 3. Оборудование для процессов получения солей, оксидов и галогенидов, получения и рафинирования редких металлов**

3.1. Трубчатые вращающиеся печи. Ленточные, вальцеленточные и вальцовые сушилки. Распылительные сушилки

Специфика сушки и прокалики осадков в технологии редких и радиоактивных металлов. Трубчатые вращающиеся печи (время пребывания материала в печи, пылеунос из печи, теплообмен в печах, конструктивные особенности). Расчет печи и выбор по производительности. Особенности сушки пастообразных материалов. Ленточные, вальцеленточные и вальцовые сушилки, конструкция и области применения. Распылительные сушилки: методы распыления, типы и конструкции сушилок.

3.2. Шнековые реакторы. Оборудование процессов в кипящем слое. Конструкции реакторов с фильтрующим слоем.

Шнековые реакторы: конструкции мешалок, расчет по производительности. Процессы в кипящем слое. Однородное и неоднородное псевдооживление. Особенности гидродинамики неоднородного псевдооживления. Характеристики газовых пузырей. Фонтанирующий слой. Перемешивание и массообмен в кипящем слое. Теплообмен в слое. Пылеунос из кипящего слоя. Конструктивные особенности аппаратов с кипящим слоем. Общий порядок расчета аппаратов кипящего слоя. Вибрирующий слой. Конструкции реакторов с фильтрующим слоем.

3.3. Процессы получения и переработки оксидов и галогенидов в солевых расплавах. Конструктивные особенности реакторов. Пламенные процессы. Процессы в плазме. Дуговые и высокочастотные плазматроны.

Шахтная печь, солевой хлоратор. Особенности реакторов. Пламенные процессы. Гидродинамика холодного и горящего факела. Общая характеристика, гидродинамика холодного и горящего факела, теплопередача в пламенных реакторах, конструктивные

особенности реакторов. Процессы в плазме. Дуговые и высокочастотные плазмотроны. Комбинированные слои.

3.4. Конструкции печей для металлотермии, силикотермии и карботермии. Гарнисажные печи («холодный тигель»). Конструкции электролизеров.

Общие особенности и разновидности процессов получения и рафинирования металлов. Конструкции печей для металлотермии, силикотермии и карботермии. Гарнисажные печи («холодный тигель»). Электролитическое восстановление и конструкции электролизеров. Характеристика электродов.

3.5. Оборудование для рафинирования металлов. Разновидности аппаратов для проведения химических транспортных реакций и химического осаждения металлов из газовой фазы.

Печи рафинировочной плавки. Аппарат йодидного рафинирования циркония. Аппарат для химического осаждения металлов из газовой фазы.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	80
<b>Виды контроля:</b>		
<b>экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	60
<b>Виды контроля:</b>		
<b>экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,3
Подготовка к экзамену	1	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Технология керамического топлива»

**1. Цель дисциплины – формирование у обучающихся компетенций в области основ современной технологии и применения высокотемпературного керамического ядерного топлива (КЯТ) для ядерной энергетики, а также новых разрабатываемых процессов фабрикации различных видов высокотемпературного ядерного топлива на основе соединений делящихся элементов (урана, плутония, тория) для различных типов ядерных реакторов.**

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);
- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1).

*Знать:*

- виды и свойства ядерных топливных материалов и керамического ядерного топлива, предъявляемые к ним требования.
- теоретические и технологические основы фабрикации различных видов керамического ядерного топлива, условия их работы в реакторе и поведение при облучении
- критерии оценки качества керамического ядерного топлива и методы его контроля в производстве;
- направления исследований, тенденции и проекты в области развития технологии высокотемпературного керамического ядерного топлива.

*Уметь:*

- рассчитывать необходимые физико-химические свойства материалов, используемых в технологии высокотемпературного керамического ядерного топлива;
- проводить технологические расчеты по основным операциям фабрикации разных видов керамического ядерного топлива и осуществлять выбор рациональных технологических схем их производства;
- проводить анализ технологических решений производства основных видов керамического ядерного топлива для совершенствования процессов технологии его производства.

*Владеть:*



- навыками поиска и нахождения научно-технической информации по основным разработкам в области химии, физической химии, технологии, инженерного обеспечения фабрикации высокотемпературного керамического ядерного топлива;
- навыками анализа основных технических и технологических решений при описании известных и разработке новых методов фабрикации высокотемпературного керамического ядерного топлива.

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

#### **Раздел 1. Керамическое топливо на основе диоксида урана.**

##### **1.1. Основные понятия.**

Свойства керамического ядерного топлива и предъявляемые к нему требования. Делящиеся материалы. Ядерные топливные материалы. Керамическое и дисперсное ядерное топливо.

##### **1.2. Оксиды урана**

Физико-химические свойства оксидов урана. Синтетические оксиды урана. Природные оксиды урана. Диаграмма состояния системы уран – кислород. Общие методы получения диоксида урана. Получение  $UO_2$  из растворов нитрата уранила. Получение  $UO_2$  из гексафторида урана. Критерии оценки качества порошка керамического диоксида урана. Физико-химические, морфологические и технологические свойства порошка керамического  $UO_2$ . Промышленные методы получения диоксида урана керамического качества.

##### **1.3. Керамическое топливо на основе диоксида урана.**

Теоретические основы фабрикации керамического ядерного топлива. Подготовка шихты пресспорошка. Прессование. Сушка. Спекание. Теории спекания. Шлифование. Требования, предъявляемые к таблеткам из  $UO_2$ . Взаимодействие топлива с оболочкой (ВТО). Геометрия таблеток из  $UO_2$ . Основные процессы фабрикации таблеток из  $UO_2$ : подготовка пресспорошка для таблеток, прессование, спекание, шлифование таблеток. Контроль производства и качества таблеток из  $UO_2$ . Поведение компактного  $UO_2$  под облучением. Изменение структуры  $UO_2$ , связанные с температурным и радиационным воздействием.

##### **1.4. Основные характеристики, приемы изготовления, условия работы в реакторе и поведение при облучении керамического ядерного топлива.**

Тепловыделяющие элементы гетерогенных реакторов. Повреждения ТВЭЛ при эксплуатации. Тепловыделяющие сборки (ТВС). Методы производства твэлов на основе  $UO_2$ : холодное прессование, шликерное литье, уплотнение порошка  $UO_2$  в оболочке, ротационная ковка, виброуплотнение. Влияние облучения на свойства керамического ядерного топлива. Изменение структуры и свойств керамического ядерного топлива под облучением и температурным воздействием.

#### **Раздел 2. МОКС, карбидное и нитридное топлива.**

##### **2.1. Смешанное керамическое топливо на основе диоксидов урана и плутония (МОКС)**

Система плутоний – кислород. Кристаллические структуры оксидов плутония. Получение порошков диоксида плутония и смешанных диоксидов урана и плутония. Требования, предъявляемые к таблеткам МОКС-топлива. Подготовка пресспорошка, прессование, спекание и шлифование таблеток МОКС-топлива. Промышленное производство таблеток МОКС-топлива. Контроль за производством и качеством таблеток МОКС-топлива. Поведение МОКС-топлива под облучением.

##### **2.2. Карбидное топливо.**

Сравнительная оценка перспективных видов топлива для реакторов на быстрых нейтронах. Карбиды урана. Получение карбидов урана карботермическим методом и газовой карбидизацией. Изготовление сердечников из монокарбида урана. Карбиды плутония. Получение монокарбида плутония. Изготовление сердечников твэлов из

монокарбида плутония. Смешанные карбиды урана и плутония. Получение порошков (U,Pu)C и сердечников твэлов из (U,Pu)C. Поведение карбидного топлива под облучением.

### **2.3. Нитридное топливо.**

Применение нитридного топлива в реакторах на быстрых нейтронах. Нитриды урана. Получение нитридов урана. Изготовление сердечников твэлов из нитрида урана. Нитрид плутония. Получение моонитрида плутония. Изготовление сердечников из моонитрида плутония. Смешанные нитриды урана и плутония и методы получения уран-плутониевого нитридного топлива. Поведение смешанного уран-плутониевого нитридного топлива под облучением.

## **Раздел 3. Дисперсионные, уран-гадолиниевое и силицидное топлива**

### **3.1. Гранулированное топливо.**

Требования, предъявляемые к гранулированному топливу. Получение гранулированного топлива в «золь-гель» процессе. Внешнее гелеобразование. Внутреннее гелеобразование. Термообработка микросфер. Изготовление топлива на основе микросфер. Промышленные схемы изготовления гранулированного топлива на основе микросфер, полученных в «золь-гель» процессе.

### **3.2. Дисперсионное топливо.**

Количественная оценка радиационной стойкости дисперсионного топлива. Методы изготовления дисперсионного высокотемпературного топлива. Методы получения микросфер UO<sub>2</sub>. Методы покрытия топливных частиц дисперсионных твэлов. Нанесение многослойных покрытий. Шаровые твэлы. Изготовление сердечников твэлов.

### **3.3. Шаровые твэлы.**

Шаровые твэлы высокотемпературных газовых реакторов. Методы изготовления микротвэлов из топливных частиц. Изготовление сердечников твэлов. Реакторные испытания микротвэлов и шаровых твэлов.

### **3.4. Ядерное топливо с инертной матрицей.**

Подбор материалов для инертной матрицы. Получение исходных порошков для топлива с инертной матрицей: осаждение порошков, «золь-гель» процесс, смешивание порошков. Изготовление таблеток топлива с инертной матрицей. Особенности спекания различных видов порошков матриц и делящихся материалов. Поведение матрицы и топливных таблеток с инертной матрицей под облучением.

### **3.5. Уран-гадолиниевое оксидное топливо.**

Топлива с интегральным выгорающим поглотителем. Диаграмма состояния системы UO<sub>2</sub> – Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Получение исходной шихты порошков UO<sub>2</sub> – Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Спекание таблеток (U,Gd)O<sub>2</sub>. Контроль состава порошка и таблеток уран-гадолиниевого топлива. Поведение уран-гадолиниевого топлива под облучением.

### **3.6. Силицидное топливо.**

Фазовая диаграмма системы U-Si. Кристаллические структуры силицидов урана. Силицид урана U<sub>3</sub>Si как ядерное топливо. Получение силицидов урана. Физические и механические свойства силицидов урана. Изготовление ядерного топлива на основе силицидов урана. Поведение U<sub>3</sub>Si топлива под облучением.

### **3.7. Проекты совершенствования керамического ядерного топлива реакторов.**

Направления исследований по совершенствованию керамического ядерного топлива. Развитие топлива для легководных реакторов. Ториевое топливо. Концепции усовершенствованного MOX-топлива (MIX, CORAIL, APA). Разработка топлива для высокотемпературных реакторов (HTR). Разработка проектов топлива для быстрых реакторов. Топливные мишени для выжигания минорных актинидов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	9 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Лекции	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,2</b>	<b>80</b>
Реферат		20
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		60
<b>Вид контроля</b>		
<b><u>Экзамен</u></b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4
Подготовка к экзамену	1	35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>	

Виды учебной работы	9 семестр	
	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Лекции	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24
Лабораторные занятия	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,2</b>	<b>60</b>
Реферат		15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		45
<b>Вид контроля</b>		
<b><u>Экзамен</u></b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	<b>1</b>	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Радиохимическая переработка ОЯТ»

**Цель дисциплины** – формирование компетенций в области основ технологии переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и обращения образующимися при переработке с радиоактивными отходами (РАО), ознакомление с современными вариантами закрытого и открытого ядерных топливных циклов (ЯТЦ).

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью представлять современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1).
- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);

*Знать:*

- роль ОЯТ в обеспечении потребностей атомной энергетики в уране и плутонии;
- современные варианты закрытого и открытого ЯТЦ;
- международные и национальные долгосрочные программы, определяющие развитие технологий по переработке ОЯТ;
- основные способы «мокрого» и «сухого» хранения и транспортировки ОЯТ различными видами транспорта;
- водно-химические процессы переработки ОЯТ, включая PUREX-процесс, нитратный, карбонатный и экстракционные методы;
- неводные методы переработки ОЯТ, включая фторидно-газовую технологию, пирохимические, пироэлектрохимические и пирометаллургические методы;
- основные методы обращения с радиоактивными отходами всех видов и классов, образующихся при переработке ОЯТ.

*Уметь:*

- проводить химико-технологические расчеты по основным стадиям переработки ОЯТ и обращения с РАО и обращения с РАО, рассчитывать физико-химические свойства используемых материалов;
- осуществлять поиск научно-технической информации в области переработки ОЯТ, обращения с РАО и обеспечения безопасности при проведении работ с делящимися материалами и радиотоксичными нуклидами продуктов деления.

*Владеть:*

- навыками анализа основных технических и технологических решений при описании известных и разработке новых методов переработки ОЯТ и обращения с РАО.

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

#### Введение.

Задачи дисциплины Виды ОЯТ, подлежащего радиохимической переработке. Радиохимическая характеристика ОЯТ. Особенности и основные процессы переработки ОЯТ АЭС. Современное состояние радиохимической технологии выделения и очистки урана и плутония.

#### **Раздел 1. Водно-химические методы переработки ОЯТ**

##### 1.1. Транспортировка ОЯТ.

Правила перевозки ОЯТ. Конструкции контейнеров для транспортировки ОЯТ. Автомобильные, железнодорожные и морские перевозки ОЯТ. Перевозки ОЯТ в РФ.

##### 1.2. Хранение ОЯТ.

Общие вопросы хранения ОЯТ. Водное хранение ОЯТ. Конструкции водных хранилищ ОЯТ. Сухое хранение ОЯТ. Сухое хранение ОЯТ в камерах, контейнерах и канистрах.

### 1.3. Вскрытие отработавших твэлов.

Вскрытие твэлов с разделением материала оболочки и сердечника. Химические, пирохимические и механические методы снятия оболочек. Вскрытие твэлов без отделения материала оболочки от материала сердечников. Метод рубка – выщелачивание.

### 1.4. Растворение ОЯТ.

Дополнительные операции подготовки твэлов к растворению. Волоксияция. Общие вопросы перевода ОЯТ в раствор. Растворение топливных материалов без оболочек. Растворение металлического урана, диоксида урана, смешанного уран-плутониевого оксидного топлива, карбидного и нитридного ОЯТ. Требования, предъявляемые к оборудованию для растворения ОЯТ. Обеспечение ядерной безопасности в процессе растворения ОЯТ. Удаление газообразных продуктов деления (ПД) при растворении ОЯТ.

### 1.5. Экстракционные методы выделения и очистки урана, плутония и нептуния. PUREX- процесс.

Общее описание PUREX- процесса. Восстановление и окисление плутония и нептуния. Экстракционный аффинаж урана. Экстракционный аффинаж плутония. Извлечение нептуния. Радиохимический завод РТ-1. Описание технологической схемы PUREX-процесса на РТ-1. Переработка радиоактивных отходов на РТ-1. Схемы обращения с жидкими, газообразными и твердыми РАО на ПО «Маяк».

### 1.6. Современные водно-химические процессы переработки ОЯТ.

«Упрощенный PUREX», COEXTM, THOREX, NUEX, NEXT, REPA, DIAMEX-SANEX, семейство UREX+, GANEX, PARC, ARTIST, TALSPEAK, TODGA, «4-group Partitioning Process», «водно-экстракционный процесс с использованием двух экстрагентов: ТБФ и TRPO», переработка ОЯТ в слабых кислотных нитратных растворах. Водно-химические процессы переработки ОЯТ в карбонатных средах: TIT, COL, LANL, «КАРБЭКС», «КАРБОФТОРЭКС».

## **Раздел 2. Неводные методы переработки ОЯТ.**

Общие вопросы переработки ОЯТ неводными методами. Фторидно-газовая технология. Переработка уранового и уран-плутониевого ОЯТ по фторидно-газовой технологии. Установки «Аттилла» и «Фрегат».

Пирохимическая переработка ОЯТ. Особенности пирохимических методов переработки ОЯТ. Пирометаллургическая переработка ОЯТ.

Пироэлектрохимическая переработка ОЯТ. Пироэлектрохимическая переработка смешанного уран-плутониевого топлива в НИИАР. Пироэлектрохимическая переработка смешанного ОЯТ в Японии. Технологические схемы пироэлектрохимической переработки ОЯТ в РФ и зарубежных странах. Замкнутый топливный цикл РБН с пироэлектрохимической переработкой ОЯТ. Концепция АТЭК.

## **Раздел 3. Обращение с радиоактивными отходами, образующимися при переработке ОЯТ.**

Общая характеристика и классификация радиоактивных отходов (РАО), образующихся при переработке ОЯТ. Основные методы обращения с РАО.

Обращение с жидкими высокоактивными отходами (ВАО). Остекловывание жидких радиоактивных отходов.

Обращение с жидкими (ЖРО) среднеактивными (САО) и низкоактивными (НАО) отходами. Битумирование и цементирование жидких САО и НАО. Обращение с газообразными отходами.

Удаление радиоактивных благородных газов, трития, CO<sub>2</sub>, йода. Система газоочистки на радиохимических заводах.

Обращение с твердыми радиоактивными отходами (ТРО). Современные технологические схемы обращения с РАО на примере завода РТ-1 и ПО «МАЯК». Трансмутация минорных актиноидов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лекции	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	80
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	60
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Экономика ядерной отрасли»

**1. Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся основные представления об особенностях экономических аспектов основных предприятий и технологических переделов ядерного топливного цикла.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-7)
- способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность (ОК-8);
- способностью к организации работы подчиненных (ПК-13);

- способностью к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14)
- способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17).

*Знать:*

- тенденции в себестоимости электроэнергии, полученной на электростанция разных типов;
- основы производства заготовок и изделий из конструкционных материалов
- вклад различных факторов в себестоимость электроэнергии на АЭС.

*Уметь:*

- проводить анализ экономической эффективности действующих и строящихся АЭС;
- проводить технико-экономический анализ организации производства основных материалов и аппаратов;
- проводить расчет себестоимости электроэнергии на АЭС.

*Владеть:*

- оценкой последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации;
- проведением экономических расчетов.

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

#### **Раздел 1. Энергетика и АЭС**

Энергетический сектор экономики. Роль атомных станций в энергетике России и мира. Обзор ядерно-топливного цикла РФ. Ядерные мощности на действующих и строящихся ядерных энергоблоках.

#### **Раздел 2. Структура экономики АЭС**

Существующие модели реакторов. Топливо и её виды. Специфика технологии и определяемой ею экономики основных стадий ЯТЦ. Основные показатели ядерной экономики. Себестоимость ядерной энергии, постоянные и переменные затраты. Пути снижения затрат ЯТЦ. Сравнение затрат различных реакторов.

#### **Раздел 3. Стоимость ядерной энергии**

Эксплуатационные затраты реакторов. Вывод АЭС из эксплуатации. Стоимость ядерной энергии. Государственные субсидии. Страхование и ответственность. Расчет себестоимости ядерной энергии на ВВР. Расчет затрат на создание АЭС. Расчет прибыли от эксплуатации АЭС. Расчет затрат на вывод из эксплуатации АЭС. Затраты на утилизацию отходов. Сроки окупаемости ядерной энергии.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	10 семестр	
	Зачетных единиц	Акад. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,1	40
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4
Подготовка к экзамену	1	35,6
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	10 семестр	
	Зачетных единиц	Астр. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,1	30
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен</b>	

#### 4.4.2. Дисциплины вариативной части (обязательные дисциплины)

##### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Начертательная геометрия в технологии материалов современной энергетики»

**1. Цель дисциплины** - изучение свойств трехмерного пространства и методов отображения его на плоскость чертежа.

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

*обладать* следующими компетенциями:

– способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20).

*Знать:*

- способы отображения пространственных форм на плоскости;
- правила и условности при выполнении чертежей;
- виды симметрии геометрических фигур;
- возможности применения методов начертательной геометрии для решения физико-химических задач;

*Уметь:*

- выполнять и читать чертежи геометрических моделей с учетом действующих стандартов;

*Владеть:*

- способами и приемами изображения предметов на плоскости.

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

#### **Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей.**

1.1. Правила выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ. Форматы: размеры и обозначение основных и дополнительных форматов. Расположение форматов. Масштаб: натуральный масштаб, стандартные масштабы уменьшения и увеличения. Линии: типы и толщина линий. Шрифт: типы и размеры шрифтов. Основные надписи графических и текстовых документов.

1.2. Геометрические построения. Сопряжения: основные виды и правила выполнения. Уклоны и конусности: расчет и правила нанесения на чертеже. Деление окружности на равные части. Нанесение выносных и размерных линий на чертеже.

#### **Раздел 2. Проецирование геометрических фигур.**



2.1. Метод проекций. Виды проецирования. Центральное проецирование: центр проецирования, плоскость проекций, проецирующие лучи, проекции. Свойства центрального проецирования. Достоинства и недостатки центрального проецирования.

Параллельное проецирование. Направление проецирующих лучей. Свойства параллельного проецирования. Проецирование косоугольное и прямоугольное (ортогональное). Свойства ортогонального проецирования. Образование комплексного чертежа (эпюра Монжа). Ортогональный чертеж точки. Координаты точки. Построение точки по ее координатам.

2.2. Прямые линии. Способы задания прямой на чертеже. Классификация прямых по расположению относительно друг друга: прямые пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся. Классификация прямых относительно плоскостей проекций: прямые общего и частного положения – прямые уровня и проецирующие. Принадлежность точки прямой. Теорема о проецировании прямого угла.

2.3. Плоскость. Способы задания плоскости на чертеже. Классификация плоскостей по расположению относительно плоскостей проекций: плоскости общего и частного положения – проецирующие и уровня. Принадлежность точки и прямой плоскости.

2.4. Кривые линии. Классификация кривых: циркульные и лекальные, закономерные и нерегулярные. Порядок кривой линии. Плоские кривые линии второго порядка: эллипс, парабола, гипербола. Пространственные кривые: цилиндрическая и коническая винтовые линии.

2.5. Поверхности. Образование и задание поверхностей на чертеже (кинематический и каркасный способы). Понятие об определителе поверхности. Классификация поверхностей: линейчатые и нелинейчатые, поверхности вращения, поверхности с двумя направляющими и плоскостью параллелизма. Винтовые поверхности. Характерные линии поверхностей вращения: меридианы, главный меридиан, параллели, экватор, горло. Принадлежность точки поверхности.

2.6. Геометрические тела. Проекция многогранников (гранные геометрические тела), в том числе правильные (тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, додекаэдр, икосаэдр), тела вращения (цилиндр, конус, шар, тор).

2.7. Симметрия геометрических фигур. Симметрия относительно плоскости, прямой, точки. Симметрия вращения, порядок оси симметрии.

2.8. Определение натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры. Определение натуральной величины отрезка прямой способом прямоугольного треугольника и способом проецирования на дополнительную плоскость. Построение натуральной величины плоской фигуры.

2.9. Пересечение геометрических образов. Пересечение многогранников, многогранника с поверхностью вращения. Пересечение поверхностей вращения: двух проецирующих поверхностей, проецирующей с непроекцирующей. Пересечение непроекцирующих поверхностей вращения с параллельными осями. Теорема о пересечении соосных поверхностей вращения. Построение линии пересечения непроекцирующих поверхностей вращения с пересекающимися осями методом концентрических сфер. Частные случаи пересечения поверхностей второго порядка: теорема Монжа и ее следствие.

### **Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009.**

3.1. Изображения. Виды изображений по ГОСТ: виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Основные виды. Главный вид, требования, предъявляемые к главному виду. Дополнительные и местные виды. Разрезы, классификация разрезов по расположению секущей плоскости относительно плоскостей проекций: разрезы вертикальные, горизонтальные и наклонные. Классификация разрезов по числу секущих плоскостей: разрезы простые и сложные – сложные ступенчатые и сложные ломаные разрезы. Совмещенные изображения. Местные разрезы. Сечения наложенные и вынесенные. Выносные элементы. Правила обозначения изображений.

3.2. Наклонные сечения геометрических тел. Построение проекций и натуральных величин геометрических тел. Наклонные сечения многогранников. Виды и правила построения сечений цилиндра. Зависимость вида наклонного сечения конуса от расположения секущей плоскости относительно оси конуса. Наклонные сечения шара. Правила построения наклонных сечений сочлененных тел.

3.3. АксонOMETрические чертежи изделий. Образование аксонометрического чертежа. Первичная и вторичная проекции. Коэффициенты искажения аксонометрического чертежа. Переход от натуральных коэффициентов искажения к приведенным. Виды аксонометрии. Выполнение чертежей многоугольников и окружностей в прямоугольной и косоугольной (горизонтальной и фронтальной) изометриях. Аксонометрические чертежи геометрических тел. Разрезы в аксонометрии.

3.4. Применение образов и методов начертательной геометрии для решения физико-химических задач. Графическое изображение состава многокомпонентных систем: отрезок состава, треугольник состава, тетраэдр состава. Графическое изображение свойств многокомпонентных систем. Графическое изображение структуры веществ, примеры изображения веществ.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	1 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции (Лек)	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,67	24
Лабораторные занятия (Лаб)	0,22	8
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,4
Расчетно-графические работы		68
Подготовка к контрольным работам		9
Другие виды самостоятельной работы		18,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	1 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,67	18
Лабораторные занятия (Лаб)	0,22	6
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,3
Расчетно-графические работы		51
Подготовка к контрольным работам		6,75
Другие виды самостоятельной работы		13,95
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Квантовая химия материалов ядерной энергетики»

**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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10).

*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 положения квантовой химии**

**1.1. 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.

**1.2. Одноэлектронные и многоэлектронные волновые функции и методы их расчета.** Антисимметричность электронной волновой функции. Спин-орбитали. Детерминант Слейтера. Введение в методы Хартри-Фока и теорию функционала плотности (ТФП), химическая трактовка результатов. Электронные конфигурации атомов с точки зрения квантовой химии.

#### **Раздел 2. Методы молекулярной квантовой химии**

**2.1. Молекулярная структура, электронная корреляция.** Приближение Борна-Оппенгеймера, адиабатический потенциал и понятие молекулярной структуры. Методы Хартри-Фока и ТФП 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 электронная структура твердых тел

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. Деформационная электронная плотность. Топологическая теория химической связи. Межмолекулярные взаимодействия.

3.2. Электронная структура твердых тел. Одноэлектронные волновые функции в кристаллах и методы их расчета. Приближение локальной плотности. Уровень Ферми. Плотность состояний. Зонная структура твердых тел и обусловленные ею свойства. Электронное строение кристаллических неупорядоченных и аморфных тел.

**Заключение.** Квантовая химия как инструмент прогноза в химии.

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	3 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>
Лекции (Лек)	0,445	16
Практические занятия (ПЗ)	0,445	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2.11</b>	<b>76</b>
Контактная самостоятельная работа -	2,11	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	3 семестр	
	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	0,445	12
Практические занятия (ПЗ)	0,445	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2.11</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Экология в технологии материалов современной энергетики»

**1. Цель дисциплины** – сформировать у студентов представление о современных экологических проблемах, о физико-химических процессах, протекающих в различных компонентах окружающей среды и о степени антропогенного воздействия на эти процессы; выработать у студентов навыки системного подхода к изучению и решению экологических проблем, возникших в результате промышленно-хозяйственной деятельности человека, развить мышление, позволяющее правильно оценивать локальные и отдаленные последствия принимаемых решений для окружающей среды и человека.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);

*Знать:*

**основные законы общей экологии;**

- закономерности строения и функционирования биосферы;
- современные экологические проблемы;
- основы рационального природопользования;
- основные принципы защиты природной среды от антропогенных воздействий;
- строение основных геосфер Земли и основные физико-химические процессы, протекающие в них;
- основные понятия и принципы концепции устойчивого развития;
- основные сведения о глобальной проблематике, природных ресурсах, планетарных границах, антропогенном воздействии на окружающую среду, управлении качеством окружающей среды;

**принципы зеленой химии.**

*Уметь:*

- рассматривать конкретные пути решения проблем охраны природы в различных географических и экономических условиях;
- применять полученные знания для оценки состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных для решения конкретных экологических проблем;
- применять полученные знания в процессе дальнейшей учебы, при изучении профессиональных и профильных дисциплин, и в будущей практической деятельности;

*Владеть:*

- базовыми теоретическими знаниями в области экологии.
- базовыми знаниями в области экономирования;
- понятийным аппаратом в области общей экологии, рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;
- методами идентификации локальных экологических проблем, оценки их значимости.

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

**Введение, основные понятия**

Цели, задачи дисциплины. Место дисциплины в системе общего и химического образования. Экологическое образование и образование для устойчивого развития. Общество и окружающая среда.

**Раздел 1. Общие вопросы экологии. Биосфера. Биоэкология. Биосфера и устойчивость**

1.1 Основные законы экологии. Биоэкология. Понятие об экосистемах. Устойчивость экосистем Биосфера, ее эволюция и устойчивость. Экосистемы Земли и устойчивость. Основные сведения о планете Земля. Цикличность процессов в биосфере и устойчивость.

1.2 Народонаселение. Человечество как часть биосферы. Демографические проблемы  
Динамика человеческой популяции, рождаемость, смертность, возрастная структура.

## **Раздел 2. Строение и состав геосфер Земли. Основные физико-химические процессы, протекающие в геосферах**

2.1 Атмосфера Земли. Строение атмосферы, роль фотохимических реакций в формировании состава атмосферы. Парниковый эффект. Озоновый слой. Стратосферный озон и тропосферный озон: сходство и различия. Международное сотрудничество в области ограничения производства и использования озоноразрушающих веществ. Кислотные дожди и процессы окисления примесей в тропосфере. Фотохимический смог.

2.2. Гидросфера Земли. Виды вод на Земле. Пресные воды. Гидрологический цикл. Глобальные экологические проблемы гидросферы. Окислительно-восстановительные процессы в природных водоемах. Стратификация природных водоемов. Процессы эвтрофикации водоемов. Причины и последствия.

2.3. Литосфера Земли. Земная кора. Почва. Строение почвенного слоя. Состав почв. Органические вещества в почве. Роль живых организмов в формировании почвенного слоя.

## **Раздел 3. Антропогенное воздействие на окружающую среду и рациональное природопользование**

3.1. Природные ресурсы. Понятие об отходах производства и потребления. Малоотходные и безотходные производства.

3.2 Понятие о планетарных границах. Антропогенные нарушения биогеохимических циклов азота и фосфора. Основы экономии. Основные принципы зеленой химии.

## *Раздел 4. Устойчивое развитие*

Устойчивое развитие. История становления понятия. Вклад отечественных ученых. Цели устойчивого развития ООН. Международное сотрудничество в области устойчивого развития. Промышленная экология и зеленая химия как инструмент обеспечения устойчивого развития.

## **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Всего		Семестр 3			
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции	0,45	16	0,45	16	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	0,45	16	0,45	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа		0,2		0,2		0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,1	39,8	1,1	39,8	1,1	29,85
<b>Виды контроля:</b>	<b>зачет</b>					

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Правоведение в технологии материалов современной энергетики»

**1. Цели дисциплины** – овладение основами правовых знаний, формирование правовой культуры активного, законопослушного гражданина.

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

*обладать* следующими компетенциями:

**способностью к организации работы подчиненных (ПК-13);**

**способностью к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14)**

*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.

*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:*

- основами хозяйственного права;
- правовыми нормами в профессиональной деятельности.

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

**Введение.** Дисциплина «Правоведение» относится к вариативным дисциплинам профиля. Базируется на изучении школьного курса «Обществознание» и предшествующей гуманитарной дисциплины «История».

Дисциплина рассматривает основные юридические термины и принципы, раскрывает основные теоретические представления о таких явлениях как государство и право. В процессе изучения дисциплины студенты знакомятся с основными положениями ведущих отраслей российского права, а также основными положениями тех отраслей российского права, которые могут быть востребованы ими по профилю подготовки, а также в решении семейных и бытовых вопросов.

Предметом изучения дисциплины являются знания о государстве и праве, законодательстве, с которым каждый гражданин сталкивается в жизни. При изучении дисциплины используются нормативные акты государства и подзаконные акты государственных органов, регулирующих экономическую, финансовую, управленческую деятельность государства и хозяйствующих субъектов.

#### **Раздел 1. Основы теории государства и права.**

**1.1. Основы теории государства.** Понятие и признаки государства. Формы государства. Функции государства. Взаимосвязь государства и права.

**1.2. Основы теории права.** Понятие и признаки права. Право и мораль. Правовая культура. Основные правовые системы современности. Понятие и виды источников права.

Нормативный правовой акт как источник права. Определение закона и подзаконных актов. Действие нормативных правовых актов во времени. Обратная сила закона. Понятие правовых норм, их структура. Система права. Частное и публичное право. Материальное и процессуальное право. Правоотношение: объект, субъект и содержание правоотношений. Юридические факты. Пробелы законодательства.

## **Раздел 2. Отрасли публичного права.**

2.1. Основы конституционного права. Конституция – основной Закон Российской Федерации. Основы правового статуса человека и гражданина. Федеративное устройство Российской Федерации. Система государственных органов и принцип разделения властей в Российской Федерации. Президент Российской Федерации. Федеральное собрание Российской Федерации. Органы исполнительной власти Российской Федерации. Конституционные основы судебной системы. Правоохранительные органы. Понятие гражданства.

2.2. Основы административного права. Понятие и предмет административного права. Общая характеристика Кодекса РФ об административных правонарушениях. Административные правонарушения: понятие и признаки. Административная ответственность: понятие и принципы. Понятие, признаки и виды административных наказаний.

2.3. Основы уголовного права. Понятие и предмет уголовного права. Уголовная ответственность: понятие, основание возникновения. Понятие преступления: признаки, структура. Состав преступления. Соучастие в преступлении. Обстоятельства, исключающие преступность деяния. Понятие, цели и виды наказаний. Уголовная ответственность за совершение преступлений. Условное осуждение, освобождение от уголовной ответственности.

2.4. Коррупция как социальное явление. Термин и понятие «коррупция». Виды коррупции. Формы проявления коррупции. Нормативное определение коррупции. Причины распространения коррупции. Формы проявления коррупции. Формы коррупции-преступления. Формы коррупции-проступка. Формы политической коррупции. Нормативные правовые акты в сфере противодействия коррупции. Федеральный закон от 25.12.2008 № 273-ФЗ «О противодействии коррупции».

2.5. Основы экологического права. Экологическое право: понятие, предмет метод и источники экологического права РФ. Правовое регулирование экологических правоотношений. Понятие, виды и структура экологических правонарушений, ответственность за их совершение.

2.6. Нормативное правовое регулирование защиты информации права граждан на защиту персональных данных. Правовые основы защиты государственной тайны. Понятие информации. Общая характеристика законодательства о защите информации (№149-ФЗ от 27.07.2006 г. «Об информации, информационных технологиях и защите информации»). Ответственность за нарушение законодательства о защите информации. Конфиденциальная информация: понятие, виды и защита. Защита персональных данных гражданина. Государственная тайна: понятие, защита, правовое регулирование государственной, служебной и иной информации. Правовые основы защиты государственной тайны.

## **Раздел 3. Отрасли частного права.**

3.1. Гражданское право: основные положения общей части. Понятие, предмет и метод гражданского права. Понятие гражданского правоотношения, его специфика. Структура гражданского правоотношения. Право-, дееспособность субъектов гражданского правоотношения. Граждане как субъекты гражданского права. Физические и юридические лица: понятие, признаки, классификация. Юридические факты, как основание возникновения гражданских правоотношений. Право собственности: понятие, структура. Правомочия собственника. Формы собственности. Обязательство: понятие,



исполнение и обеспечение. Обязательства в гражданском праве и ответственность за их нарушение.

3.2. Авторское и патентное право и правовая защита результатов интеллектуальной деятельности. Понятие авторского права и смежных прав. Источники и система правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности. Исключительные права. Патентные права на изобретения, полезные модели и промышленные образцы. Ноу-хау и коммерческие секреты. Особенности защиты авторских прав и объектов промышленной собственности. Правовые аспекты передачи технологий с целью их вовлечения в гражданский (хозяйственный) оборот.

3.3. Основы хозяйственного (предпринимательского) права. Понятие хозяйственного (предпринимательского) права как отрасли права, науки и учебной дисциплины. Предмет хозяйственного (предпринимательского) права, признаки, методы правового регулирования. Понятие хозяйственной и предпринимательской деятельности. Ограничение хозяйственного (предпринимательского) права от других отраслей права.

Система хозяйственного (предпринимательского) права. Источники хозяйственного (предпринимательского) права. Структура хозяйственного (предпринимательского) законодательства. Законы и подзаконные акты как источники хозяйственного (предпринимательского) права.

3.4. Основы семейного права. Правовое регулирование семейных отношений. История семейного права. Заключение и прекращение брака. Права и обязанности родителей и детей. Осуществление родительских прав. Ответственность родителей за ненадлежащее воспитание детей. Алиментные обязательства. Формы воспитания детей, оставшихся без попечения родителей.

3.5. Основы трудового права. Предмет и метод трудового права. Трудовой договор: понятие, стороны, содержание. Заключение трудового договора. Основания для прекращения трудового договора. Рабочее время. Время отдыха. Трудовые споры. Дисциплина труда.

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

4.1. Основы национальной безопасности, государственной политики и законодательство в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Цели, задачи, основные направления и инструменты реализации государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Нормы и правила в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности в РФ. Стандарты безопасности МАГАТЭ. Нормативно-правовая база Основ национальной безопасности с опорой на положения Конституции РФ, международных договоров РФ, федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Стандарты безопасности МАГАТЭ и их имплементация. Правовая ответственность за нарушения в области обеспечения безопасности ядерных объектов.

4.2. Особенности правового регулирования труда работников химической промышленности. Особенности заключения и содержания трудового договора с работниками химической промышленности. Правовое регулирование рабочего времени и времени отдыха работников химической промышленности. Особенности правового регулирования охраны труда работников химической промышленности. Система гарантий и компенсаций работникам химической промышленности.

4.3. Нормативно-правовая база регулирования химической и нефтехимической отрасли в России. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ. Глава 21. Статья 147. Налоговый кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 146-ФЗ. Глава 26. Налог на добычу полезных ископаемых. Статьи № 334-

345, содержащие сроки уплаты, объект налога, правила начисления налога на полезные ископаемые. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.05.2006 № 303 «О разграничении полномочий федеральных органов исполнительной власти в области обеспечения биологической и химической безопасности Российской Федерации». Постановление Госгортехнадзора России от 05.05.2003 № 29 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». Постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.06 2006 № 429 «О лицензировании эксплуатации химически опасных производственных объектов».

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Семестр 3		
	Всего		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>2</b>	72	54
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		19,8	14,85
Реферат/Самостоятельная практическая работа		20	15
<b>Виды контроля:</b>	<b>зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы экономики и управления производством в технологии материалов современной энергетики»

**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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17).

*Знать:*

- основы экономики в различных сферах жизнедеятельности;
- нормативные правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия;
- методы разработки оперативных и производственных планов;
- методы и способы оплаты труда;

*Уметь:*

- составлять заявки на оборудование;
- составлять отчеты по выполнению технических заданий;
- составлять техническую документацию;
- организовывать работу коллектива в условиях действующего производства;

- готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;
- разрабатывать оперативные планы работ первичных производственных подразделений;

*Владеть:*

- методами и инструментами проведения экономического анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений;
- инструментами планирования и выполнения мероприятий по производству продукции;
- основами экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности.

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

#### **Раздел 1. Введение. Основы рыночной экономики**

1.1 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.

1.2 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.

1.3 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.

1.4 Финансовая система и финансовая политика общества. Государственный бюджет и государственный долг. Налоги и налоговая система.

#### **Раздел 2. Экономические основы управления производством**

2.1. 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.

2.2 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.

2.3 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.

2.4 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**

#### 3.1 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. 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.

3.2 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.

3.3 Финансово-кредитные отношения предприятий и система налогообложения. Понятие, состав и структура финансов предприятия. Сущность, функции и задачи финансов предприятия. Собственные и заемные финансовые ресурсы. Баланс доходов и расходов. Налоговая политика. Принципы налогообложения. Налоги и платежи.

## **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Семестр 3		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>3</b>	108	81
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2,1	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,6	56,7
<b>Виды контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **«Теория вероятностей и математическая статистика в технологии материалов современной энергетики»**

**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 по программе специалитета должен:**

*обладать* следующими компетенциями:

- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9).

*Знать:*

- основы теории вероятностей и математической статистики;
- математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей;
- основы применения математических моделей и методов.

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

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

#### **Раздел 1. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.**

1.1 Случайные, достоверные и невозможные события. Виды случайных событий: совместные и несовместные, противоположные события. Алгебра событий: сумма, произведение событий. Элементарные события (исходы). Классическое определение вероятности. Свойства вероятности случайного события.

1.2 Теоремы вероятностей: сложение вероятностей совместных и несовместных событий; произведения вероятностей зависимых и независимых событий. Условная вероятность. Теорема о полной вероятности. Формулы Байеса.

1.3 Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.

1.4 Случайная величина: определение виды случайных величин. Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения. Математическое ожидание, дисперсия и среднеквадратическое отклонение, и их свойства. Биномиальное распределение, закон Пуассона для дискретной случайной величины.

1.5 Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей и ее свойства, функция распределения этой случайной величины и ее свойства. Связь между этими функциями. Вероятность попадания непрерывной случайной величины на некоторый промежуток. Равномерный закон распределения, его параметры. Нормальный закон распределения, его параметры и формулы.

#### **Раздел 2. Математическая статистика.**

2.1 Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Статистический ряд выборочной совокупности (выборки). Интервальный статистический ряд выборки (при больших объемах выборки). Полигон частот статистического распределения выборки.

2.2 Точечные статистические оценки параметров распределения исследуемой случайной величины: среднее арифметическое статистических значений, выборочная дисперсия, исправленная выборочная дисперсия. Основные требования, предъявляемые к точечным оценкам. Интервальные оценки параметров распределения исследуемой случайной величины (в предположении, что она имеет нормальное распределение

случайной величины) интервал математического ожидания при известной дисперсии и неизвестной, доверительный интервал для среднеквадратического отклонения.

2.3 Проверка статистических гипотез: формулировка основной и конкурирующей гипотезы. Уровень значимости. Выбор критерия для проверки основной гипотезы. Проверка гипотезы о равенстве дисперсии двух генеральных совокупностей по двум выборкам из них. Проверка гипотезы о равенстве двух средних (при известной и неизвестной дисперсии). Проверка гипотезы о нормальном распределении (критерий Пирсона).

2.4 Элементы теории корреляции.  $(X, Y)$ - система двух случайных величин (двумерная случайная величина). Зависимость между составляющими  $X$  и  $Y$  – основная задача корреляции. Коэффициент корреляции  $r_{xy}$  и корреляционный момент  $k_{xy}$  - их оценки по выборочным данным. Проверка гипотезы о существовании корреляционной зависимости между  $X$  и  $Y$ . Уравнения линейной регрессии  $Y$  на  $X$  и  $X$  на  $Y$  в случае наличия корреляционной зависимости.

#### 4. Объём учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр 4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,2	1,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8		59,8
<b>Вид контроля - Зачет</b>	+	+	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр 4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>35,9</b>	<b>1,33</b>	<b>35,9</b>
Лекции	0,44	11,9	0,44	11,9
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>45,1</b>	<b>1,67</b>	<b>45,1</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,1	1,67	0,1
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		45,0		45,0
<b>Вид контроля - Зачет</b>	+	+	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Лабораторные работы по органической химии»

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами основных синтеза органических веществ.

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

*обладать* следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, свойств сырья и готовой продукции (ПК-1);

*Знать:*

- технику безопасности в лаборатории органической химии;
- принципы безопасного обращения с органическими соединениями;
- методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси;
- теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ;
- экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам;
- основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений.

*Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач;
- сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения;
- синтезировать соединения по предложенной методике;
- провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии;
- выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения;
- представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов;
- выбрать способ идентификации органического соединения.

*Владеть:*

- комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- экспериментальными методами проведения органических синтезов.
- основными методами идентификации органических соединений
- приемами обработки и выделения синтезированных веществ;
- знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.

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

- 1      Раздел 1. «Правила и методы работы в лаборатории органической химии»
  - 1.1    Правила безопасной работы в лаборатории органической химии
  - 1.2    Методы работы в лаборатории органической химии
  - 1.3    Лабораторная посуда, оборудование и приборы
- 2      Раздел 2. «Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений»
  - 2.1    Хроматография

- 2.2 Методы очистки жидких веществ. Перегонка.  
 2.3 Методы очистки твердых веществ. Перекристаллизация  
 3 Раздел 3. «Синтез органических соединений».

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	4 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0.88</b>	<b>32</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	0.88	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1.12</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	2.12	0.2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39.8
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	4 семестр	
	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0.88</b>	<b>24</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	0.88	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1.12</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	2.12	0.15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		29.85
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Проектирование деталей машин и аппаратов в технологии материалов современной энергетики»

**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 по программе специалитета должен:**

*обладать* следующими компетенциями:

- способностью к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);

*Знать:*

- конструкции, типы и критерии работоспособности деталей машин, сборочных единиц (узлов) и агрегатов;
- основы теории совместной работы и методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии;

*Уметь:*

- выполнять и читать технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежи общего вида;



- производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин;
- производить расчеты и конструирование деталей машин и механизмов с учетом производственной технологии и эксплуатации;

*Владеть:*

- навыками конструирования и технического творчества;
- правилами построения технических схем и чертежей;
- основными методами расчета и проектирования механических узлов и элементов техники.

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

#### **Раздел 1. Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством.**

По всем этапам курсового проекта оформляется единая пояснительная записка. В пояснительную записку включаются проектные и проверочные расчеты типовых элементов в соответствии с действующими методиками. Производится:

- 1) выбор конструкционных материалов;
- 2) расчет основных геометрических размеров аппарата;
- 3) расчет толщин стенок аппарата и рубашки;
- 4) подбор привода;
- 5) расчет фланцевого соединения крышки с корпусом аппарата;
- 6) расчет вала мешалки на виброустойчивость и прочность;
- 7) подбор и расчет муфты;
- 8) подбор и расчет уплотнения.

#### **Раздел 2. Чертеж общего вида аппарата.**

Выполняется чертеж общего вида аппарата с видами, разрезами, сечениями и выносными элементами, дающими полное представление об его устройстве и принципе работы. Чертеж общего вида аппарата содержит:

1. Изображение аппарата (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), содержащие окончательные конструктивные решения.
2. Основные размеры.
3. Расположение штуцеров, люка, опор аппарата.
4. Таблицу назначения штуцеров в аппарате.
5. Техническую характеристику и технические требования к нему.

На втором листе выполняются чертежи сборочных единиц и деталей. Чертежи выполняются на листах формата А1.

Курсовой проект является самостоятельной работой студента, который несет полную ответственность за ее качество (правильность расчетов, оформление чертежей) и своевременность выполнения всех этапов работ. Преподаватель – руководитель проекта направляет работу студента, консультирует по неясным вопросам, определяет степень завершенности отдельных этапов проектирования.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Семестр 4		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>2</b>	72	54
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
Лекции			
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<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>Виды контроля:</b>	<b>Курсовой проект</b>		

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»**

**1. Цель дисциплины** – существенно расширить, систематизировать и использовать на практике знания основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, позволяющих выпускникам осуществлять научно-исследовательскую и практическую работу на предприятиях.

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

*обладать* следующими компетенциями:

- готовностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способностью к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);

*Знать:*

- методы расчета тепло- и массообменных аппаратов;
- основные принципы организации процессов химической технологии;
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;
- методы составления технологических схем с нанесением всех аппаратов.

*Уметь:*

- составлять материальные и тепловые балансы для систем газ-жидкость;
- рассчитывать параметры тепло- и массообменного оборудования и насосов;
- подбирать стандартное оборудование, используемое в химической промышленности.

*Владеть:*

- методологией расчета основных параметров гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;
- основами правильного подбора тепло и массообменного оборудования;
- методами составления технологических схем и графического изображения основного оборудования.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Введение.** Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

**Раздел 1. Расчёт ректификационной колонны.**

1.1. Расчёт насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).

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

1.2. Расчёт тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.

Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Расчёт скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и

паросодержания барботажного слоя. Расчёт коэффициентов массоопердачи, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрффри. Расчет высоты колонны на основе КПД по Мэрффри с построением кинетической линии. Расчет гидравлического сопротивления колонны.

1.3. Сравнение данных расчёта насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчётов. Выбор колонны.

**Раздел 2. Расчёт и выбор теплообменников.**

Расчёт и выбор теплообменников по общей схеме: -расчёт 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 расчётов; -гидравлический расчет; - выбор оптимального варианта теплообменника.

2.1. Расчёт кожухотрубчатого испарителя.

2.2. Расчёт конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).

2.3. Расчёт подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).

2.4. Расчёт холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).

**Раздел 3. Гидродинамические расчеты.**

3.1. Расчёт гидравлического сопротивления трубопроводов.

3.2. Расчёт оптимальных диаметров трубопроводов.

3.3. Расчёт и подбор насосов.

**Раздел 4. Графическое оформление.**

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в разделе 1..

**4. Объём учебной дисциплины**

Вид учебной работы	7 семестр	
	ЗЕ	Акад. час.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,56</b>	<b>56</b>
Контактная самостоятельная работа	1,56	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		55,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта</b>	

Вид учебной работы	7 семестр	
	ЗЕ	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,44</b>	<b>12</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,56</b>	<b>42</b>
Контактная самостоятельная работа	1,56	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		41,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия редких и рассеянных элементов»

**1. Цель дисциплины** - формирование знаний, необходимых для восприятия сложных, зачастую уникальных, процессов и схем, применяемых в технологии редких элементов, осмысленного подхода к их совершенствованию, а также к обоснованию выбора современных химических и физико-химических методов аналитического контроля в производстве редких металлов и их соединений.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1).

*Знать:*

- химические основы и специфику основных процессов технологии редких и рассеянных элементов;
- требования к чистоте основных функциональных материалов ЯТЦ и методы очистки от элементов-аналогов и других примесных элементов;
- методы конверсии соединений редких элементов и свойства основных промежуточных и конечных продуктов;
- основные сырьевые источники редких элементов и принципы построения технологических схем их переработки с учетом минералогического и химического составов.

*Уметь:*

- составлять цепочки превращений и технологические схемы переработки редкоземельного сырья с учетом его природы и назначения целевых продуктов;
- обосновать выбор, оптимальные соотношения реагентов и условия проведения процессов переработки минерального, техногенного и вторичного сырья и отходов с получением высокочистых или ядерно-чистых соединений редких элементов;

*Владеть:*

- навыками практического применения знаний об особенностях химии редких и рассеянных элементов для совершенствования известных процессов технологии их выделения и очистки, создания принципиально новых экологически и экономически более совершенных вариантов производства конструкционных и топливных материалов ядерной энергетики.

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

#### **Введение**

Цели и задачи дисциплины. Краткая историческая справка о становлении ядерной энергетики и подготовке специалистов для отрасли на ИФХ факультете. Понятия «редкий», «рассеянный» элементы. Положение редких элементов в Периодической системе. Общие и специфические свойства. Важнейшие области применения. Роль редких металлов в технике. Технологический глоссарий (понятия руда, концентрат, минерал).

Особенности химической технологии редких элементов. Роль отечественных ученых в развитии химии и технологии редких элементов. Современное состояние химической технологии редких элементов, перспективы ее совершенствования. Основные группы процессов в химической технологии редких элементов. Роль химии в создании общих принципов построения технологических схем и алгоритм переработки минерального и техногенного сырья редких элементов.

## **Раздел 1. Химические основы технологии редких и рассеянных элементов I, II и III групп.**

### 1.1. Щелочные редкие и рассеянные элементы (литий, рубидий, цезий) – свойства, методы выделения, химические аспекты технологии переработки литиевого сырья.

Общая характеристика щелочных редких элементов (литий, рубидий, цезий). История происхождения названия «щелочные». Общая характеристика щелочных редких элементов (литий, рубидий, цезий). Положение в Периодической системе. Факторы, обуславливающие наименьшую химическую активность лития в подгруппе.

Литий. Краткая историческая справка (история открытия и выделения лития в чистом виде). Ядерные и неядерные области применения. Физико-химические свойства металлического лития. Аномальные свойства лития, обуславливающие различия в его химическом поведении по отношению к другим щелочным элементам. Поляризуемая способность иона лития. «Диагональное сходство» с магнием и его проявления.

Важнейшие для технологии соединения (методы получения, свойства) лития: оксид, гидроксид, сульфат, нитрат, хлорид, карбонат, фосфат, фторид.

Основные промышленные сырьевые источники лития. Химические аспекты технологии переработки сырьевых источников лития. Роль декрипитации (перевода силикатной структуры  $\alpha$ -сподумена в химически более активную алюмосиликатную  $\beta$ -форму) в процессе сульфатизации. Методы отделения лития от сопутствующих элементов, применяемые в аналитической химии (метод Гуча) и технологической практике (метод Труста). Способы конверсии основного продукта – карбоната лития в другие технически важные соединения.

### 1.2. Редкие элементы II группы. Бериллий - свойства, методы выделения, химические аспекты технологии переработки бериллиевого сырья.

Общая характеристика элементов II группы. Бериллий: краткая историческая справка; важнейшие области применения бериллия и его соединений в ядерной энергетике и других областях; физико-химические свойства бериллия. Состояние бериллия в водных растворах. Важнейшие для технологии соединения бериллия. Методы отделения бериллия от алюминия.

Химические аспекты построения технологических схем переработки бериллиевого сырья (на примере разложения берилла сульфатным и фторидным методом, а также очистки технического гидроксида бериллия с получением высоко- и ядерно-чистого оксида бериллия).

### 1.3. Редкие и рассеянные элементы III группы: редкоземельные элементы (РЗЭ): скандий, иттрий, лантан, лантаниды (Ce–Lu), актиниды (торий).

#### *1.3.1. Общая характеристика РЗЭ, важнейшие области применения и соединения редкоземельных металлов (РЗМ).*

Общая характеристика РЗЭ: положение в периодической системе; краткая историческая справка по индивидуальным элементам; важнейшие области применения редкоземельных металлов (РЗМ) и соединений РЗЭ. Физико-химические свойства РЗМ. Типы кристаллических решеток РЗМ. Особенности электронного строения лантанидов. Лантанидное (f) сжатие и его следствия, вторичная периодичность свойств в ряду лантанидов, аномальная валентность. Важнейшие для технологии соединения РЗЭ.

#### *1.3.2. Основные методы разделения лантанидов и отделения их от Sc, Y, Th, U.*

Основные методы разделения лантанидов и отделения их от Sc, Y, Th, U. Алгоритм переработки минерального редкоземельного сырья (на примере монацита). Выделение РЗЭ и тория из растворов сложного солевого состава.

#### *1.3.3. Торий: Основные методы отделения Th от РЗЭ и урана. Химические аспекты построения технологических схем минерального сырья, содержащего торий.*

Торий: положение в периодической системе; краткая историческая справка; важнейшие современные области применения тория и его соединений.

Важнейшие для технологии соединения тория. Физико-химические свойства металлического тория. Состояние тория в водных растворах. Основные методы отделения Th от PЗЭ и урана (очистка ториевых химических концентратов). Химические аспекты построения технологических схем минерального сырья, содержащего торий.

## **Раздел 2. Химические основы технологии редких и рассеянных элементов IV и V групп.**

### **2.1. Цирконий и гафний - свойства, методы выделения, химические аспекты построения технологических схем переработки циркониевого сырья.**

Положение в периодической системе; влияние f- и d-сжатия на свойства элементов; краткая историческая справка; важнейшие области применения соединений циркония и гафния; физико-химические свойства металлов.

Отличительные особенности химии циркония (гафния). Состояние в водных растворах (гидролиз, гидролитическая полимеризация, комплексообразование). Устойчивые многоядерные соединения циркония. Формы существования в растворах и твердой фазе на примере оксихлорида циркония. Важнейшие для технологии соединения циркония (гафния).

Основные методы разделения элементов. Получение циркония ядерной степени чистоты. Химические аспекты построения технологических схем переработки циркониевого сырья (на примере разложения циркона спеканием с карбонатом натрия, гексафторосиликатом калия, хлорированием).

### **2.2. Ниобий и тантал - свойства, методы разделения, химические аспекты построения технологических схем переработки ниобий(тантал)содержащего сырья.**

Положение в периодической системе; влияние f-сжатия на свойства элементов; краткая историческая справка; важнейшие области применения металлов и соединений ниобия и тантала; физико-химические свойства металлов.

Отличительные особенности химии ниобия (тантала). Состояние ниобия (тантала) в индивидуальных и смешанных водных растворах. Важнейшие для технологии соединения ниобия (тантала). Основные методы разделения элементов.

Химические аспекты построения технологических схем и алгоритм переработки ниобий(тантал)содержащего сырья (на примере переработки танталитов-колумбитов разложением карбонатом натрия и калия).

## **Раздел 3. Химические основы технологии урана как представителя семейства актинидов.**

### **3.1. Методы получения и свойства урана и его важнейших соединений.**

Положение актинидов в периодической системе. Уран: краткая историческая справка. Химические аспекты кристаллохимии, минералогии и технологии урана.

Физико-химические свойства металлического урана. Состояние урана в водных растворах. Поведение урана в различных степенях окисления. Методы получения и свойства важнейших для технологии соединений урана.

### **3.2. Комплексные соединения урана и их применение в технологии. Химические аспекты построения технологических схем переработки урановых руд**

Комплексные соединения урана и их применение в технологии. Химические аспекты построения технологических схем переработки урановых руд (на примере оксидных минералов) с получением ядерно-чистого диоксида урана, обогащенного  $^{235}\text{U}$ .

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	7 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,2</b>	<b>80</b>
Лекции	1,3	48
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,8	64
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>	

Виды учебной работы	7 семестр	
	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,2</b>	<b>60</b>
Лекции	1,3	35,1
Практические занятия (ПЗ)	0,9	24,3
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,8	48
<b>Виды контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия твердого тела в технологии редких элементов»

**Цель дисциплины** - формирование у обучающихся углубленных знаний по химии твердого тела и кристаллохимии применительно к решению задач в области технологии материалов современной энергетики.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);

*Знать:*

- основные понятия химии твердого тела, синтез и описание твердых тел и симметрии кристаллических структур;
- экспериментальные методы изучения кристаллических структур;

- связь между физическими свойствами и структурой твердых тел.

*Уметь:*

- составлять описание структуры и свойств веществ на основе данных современных методов исследования твердых тел;
- проводить литературный поиск, анализировать химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения.

*Владеть:*

- навыками решения практических задач химии твердого тела из разделов: описание симметрии кристаллических структур, рентгенография, дефекты в твердых телах, реакционная способность твердых веществ и т.п.

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

#### **Раздел 1. Введение в химию твердого тела. Монокристаллы.**

1.1. Введение в химию твердого тела. Материалы, их классификация. Кристаллические и аморфные тела. Химическая связь в твердых телах. Неорганические структуры.

Объекты химии твердого тела. Материя. Материалы. Классификация материалов по составу и областям применения. Функциональные материалы. Метаматериалы. Наноматериалы. Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела, их особенности. Типы химической связи в твердых телах. Комплексные соединения. Координационные полиэдры. Неорганические структуры, их классификация.

1.2. Структура кристалла и пространственная решетка. Огранка кристалла. Основные законы. Символы в кристаллографии

Кристалл и признаки кристаллического тела. Элементарная ячейка. Пространственная решетка и ее элементы. Структура кристалла. Огранка кристалла. Закон постоянства углов и закон целых чисел. Символы узлов, рядов, плоскостей. Параметры Вейсса. Индексы Миллера.

1.3. Кристаллические структуры твердых тел.

Понятие симметрии. Операции и элементы симметрии 1 рода. Операции и элементы симметрии 2 рода. Кристаллографические категории. Сингонии. Формула симметрии. Правила записи международного символа точечной группы. Международные символы классов симметрии. Символы Шенфлиса.

Классы симметрии, их описание: простейшие классы, центральные классы, планальные классы, аксиальные классы, планаксиальные классы, инверсионно-примитивные классы, инверсионно-планальные классы. Комплексы элементов симметрии 32 классов. Энантиоморфные многогранники. Кратность точечной группы симметрии, голоэдриа, гемиморфия. Формы кристаллов.

Четырнадцать решеток Бравэ, их характеристики. Элементы симметрии кристаллических структур (плоскости симметрии и плоскости скользящего отражения, винтовые и поворотные оси и их обозначения). Пространственные группы симметрии, правила записи. Основные типы структур. Политипия.

1.4. Дефекты структуры твердых тел. Изоморфизм.

Типы движений атомов и ионов в кристаллической решетке. Дефекты, их классификация. Виды точечных дефектов. Линейные дефекты: цепочки точечных дефектов, дислокации. Вектор Бюргерса. Поверхностные дефекты: двойникование, границы между кристаллитами, блоками и доменами, дефекты упаковки и плоскости кристаллохимического сдвига. Объемные дефекты. Стехиометрические и нестехиометрические дефекты. Изоструктурные кристаллы. Изоморфизм. Твердые растворы, их виды. Диаграммы плавкости бинарных систем. Правило Вегарда. Нестехиометрические соединения. Отличительные свойства нестехиометрических соединений. Классификация бинарных нестехиометрических соединений.



Тройные и более сложные нестехиометрические соединения. Классификация соединений включения. Клатраты, их классификация и виды. Тубулатоклатраты. Интеркалаты. Стадии интеркаляции.

## **Раздел 2. Поликристаллы. Методы исследования твердых тел**

### **2.1. Свойства порошков. Текстура. Керамика. Композиты.**

Поликристаллы. Порошки, их классификация. Фракционный и гранулометрический состав. Средний размер частиц и его связь с удельной поверхностью. Характеристики пороков. Границы и поверхности раздела. Кристаллит, его отличие от блока. Домены. Текстура и ее виды. Керамика, ее классификации. Способы определения среднего размера зерна и объемной доли фаз по микрофотографиям. Композиционные материалы. Основные типы наполнителей, матрицы. Свойства композитов. Нанокompозиты.

### **2.2. Методы исследования твердых тел. Рентгенофазовый анализ**

Основные современные методы исследования твердых тел. Микроскопия. Дифракционные методы. Рентгенофазовый анализ. Дифрактограммы кристаллических и аморфных тел. Базы данных. Качественный анализ. Количественный анализ. Расчет параметров решетки. Расчет размеров кристаллитов. Расчет микронапряжений.

## **Раздел 3. Аморфные тела, стекла, ситаллы. Функциональные неорганические наноматериалы**

### **3.1. Характеристика аморфных тел. Методы получения. Критерии аморфизации**

Аморфные тела. Стекло. Методы получения аморфных материалов и стекол. Получение аморфных веществ из жидкой фазы. Получение аморфных веществ из газовой фазы. Аморфизация кристаллических материалов. Термодинамика и кинетика аморфизации. Критерии аморфизации. Металлические стекла. Функциональные стекла.

### **3.2. Модели структуры стекла**

Модели структуры стекла. Кристаллитная модель. Модель неупорядоченной сетки. Модель Бернала. Модель Гаскела. Модель на основе полиэдров Франка-Каспера. Полиэдры Воронова. Дисклинации и диспирации, модели на основе дисклинационных дефектов.

### **3.3. Дисперсные системы. Наноматериалы. Покрытия и пленки. Нитевидные материалы. Пористые материалы**

Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию, по размеру, по мерности. Наночастицы и нанопорошки. Покрытия и пленки. Эпитаксия и топотаксия. Нитевидные наноматериалы. Пористые материалы

## **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	7 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,8</b>	<b>32</b>
Лекции	0,4	16
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	7 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,8</b>	<b>24</b>
Лекции	0,4	12
Практические занятия (ПЗ)	0,4	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		28,5
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b><u>зачет</u></b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов»**

**1. Цель дисциплины** - формирование практических навыков использования современных химических, физико-химических и физических методов аналитического контроля технологических процессов в производстве редких металлов.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1).

*Знать:*

- особенности химии и аналитического определения редких и рассеянных элементов;
- основные принципы физико-химических и физических методов аналитического контроля в производстве веществ редких элементов.
- особенности предварительной подготовки проб для надежного обеспечения аналитического контроля;
- принципы организации аналитического контроля в производстве веществ редких элементов;

*Уметь:*

- определять содержание различных редких элементов в разных образцах;
- грамотно организовать аналитический контроль технологических процессов в производстве редких элементов;

*Владеть:*

- методами проведения анализа с применением современной научной аппаратуры и обработки результатов эксперимента.

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

#### **Раздел 1. Основные понятия аналитического контроля. Пробоотбор.**

Основные понятия аналитического контроля. Объекты анализа, особенности переработки и аналитического контроля производств в технологии редких и рассеянных элементов. Стадии аналитического контроля, отбор пробы, подготовка пробы, измерение, обработка результатов. Особенности отбора проб твердых, жидких и газообразных образцов.

#### **Раздел 2. Спектроскопические и масс-спектрометрические методы анализа**

##### 2.1. Спектрофотометрическое определение празеодима и неодима в смеси

Химические методы определения РЗЭ. Методы определения суммарного содержания РЗЭ. Определение концентрации РЗЭ в смеси спектрофотометрическим методом.

2.2. Спектрофотометрическое определение индивидуальных РЗЭ в смеси по спектрам собственного поглощения.

Применение методов анализа, основанных на разнице физико-химических свойств РЗЭ. Методы определения индивидуальных элементов в смеси РЗЭ. Методы определения примесей в индивидуальных РЗЭ.

##### 2.3. Определение примесей натрия и калия в оксидах РЗЭ пламенной фотометрией.

Вскрытие твердых проб. Особенности составления схем анализа, выбора методов анализа, предварительной подготовки проб, содержащих редкие металлы. Атомно-абсорбционные и атомно-эмиссионные методы анализа. Пламенная фотометрия, возможности и ограничения.

##### 2.4. Определение примеси железа в оксидах РЗЭ.

Последовательность операций при проведении любого анализа. Важность контроля содержания примесей, влияющих на потребительские свойства материалов. Погрешности измерений, влияние чистоты реактивов. Применение фотоэлектроколориметра при анализе оксидов РЗЭ.

#### **Раздел 3. Титриметрические и радиометрические методы анализа**

3.1. Комплексонометрическое определение суммы циркония и гафния. Изучение влияния состава раствора на погрешности определения. Спектрофотометрическое титрование.

Применение комплексонов при анализе редких элементов. Определение суммы циркония и гафния. Установление факторов, влияющих на определение циркония и гафния. Погрешности. Спектрофотометрическое титрование.

3.2. Анализ тетрафторида урана. Радиометрическое определение урана. Титриметрическое определение валентных форм урана.

Химические методы определения урана. Методы определения валентных форм урана. Физико-химические методы определения урана. Определение примесей в соединениях урана.

#### **Раздел 4. Электрохимические методы анализа**

##### 4.1. Кондуктометрическое определение содержания лантана в растворах

Прямые электрохимические методы. Способы фиксирования точки эквивалентности при титриметрическом определении редких элементов. Кондуктометрическое титрование.

4.2. Изучение влияния процессов комплексообразования на потенциометрическое определение ионов фтора с ионоселективным электродом

Потенциометрическое определение ионов фтора в растворах и влияние процессов комплексообразования на их определение. Применение буферных смесей при определении содержания фторид-ионов при совместном присутствии с цирконием.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	8 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Лекции	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные занятия	2,67	96
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,33</b>	<b>156</b>
Контактная самостоятельная работа	<b>4,33</b>	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		155,8
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	8 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Лекции	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные занятия	2,67	72
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,33</b>	<b>117</b>
Контактная самостоятельная работа	<b>4,33</b>	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		116,85
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия и технология редких металлов и урана»

**1. Цели дисциплины** – формирование практических навыков в области выделения, очистки и разделения редких элементов и урана.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);

- способностью обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);
- готовностью использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);
- способностью осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК-1.2).

*Знать:*

- правила техники безопасности при работе с редкими и радиоактивными элементами;
- основные методы количественного анализа циркония, РЗЭ и урана;
- методы вскрытия минералов и соединений редких элементов и урана;
- способы и факторы интенсификации процессов выщелачивания редких элементов из руд и продуктов их обогащения;
- основные методы выделения, концентрирования и разделения редких элементов;
- основные методы получения индивидуальных соединений редких элементов и урана;

*Уметь:*

- проводить вскрытие минералов и соединений редких элементов и урана,
- проводить выделение, концентрирование и разделение редких металлов;
- проводить критический анализ получаемых результатов, проводить их обработку и составлять отчет о проделанной работе;

*Владеть:*

- методологией проведения процессов выщелачивания, жидкостной экстракции, сорбции, реэкстракции и десорбции редких элементов;
- навыками приготовления водных растворов сложного солевого состава содержащих редкие металлы и уран;
- навыками приготовления и подготовки органических растворов экстрагентов для экстракции редких элементов и урана;
- навыками подготовки сорбентов различных классов для сорбции редких элементов и урана;
- навыками спектрофотометрического, титриметрического и гравиметрического определения редких металлов и урана в жидких фазах после выщелачивания, экстракции и сорбции;
- навыками расчета основных параметров процессов выщелачивания, жидкостной экстракции и сорбции.

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

#### **Введение. Правила техники безопасности.**

Общие правила работы и правила безопасности при работе в химической лаборатории. Первая помощь. Аналитические характеристики. Правильность, воспроизводимость, чувствительность, предел обнаружения и стандартное отклонение аналитических измерений.

#### **Раздел 1. Химические и физические методы количественного анализа редких элементов.**

2.1. Гравиметрический (весовой) анализ.

Лабораторная работа «Весовое определение лантана. Весовое определение циркония с аммиаком и фениларсоновой кислотой».

2.2. Титриметрический (объемный) анализ.

Лабораторная работа «Определение концентрации редкоземельных металлов и циркония методом комплексонометрического титрования».

Лабораторная работа «Определение концентрации урана методом феррофосфатно-ванадатного титрования».

2.3. Спектрофотометрический анализ.

Лабораторная работа «Определение концентрации циркония с пирокатехиновым фиолетовым. Определение концентрации редких металлов с Арсеназо III».

#### **Раздел 2. Процессы выщелачивания.**

3.1. Лабораторная работа «Вскрытие эвдиалита серной кислотой».

3.2. Лабораторная работа «Вскрытие цирконового спекса серной кислотой».

#### **Раздел 3. Жидкостная экстракция.**

4.1. Лабораторная работа «Изучение кинетики экстракции с помощью диффузионной ячейки с перемешиванием».

4.2. Лабораторная работа «Получение изотермы экстракции циркония в трибутилфосфат».

4.3. Лабораторная работа «Получение изотермы экстракции  $UO_2(NO_3)_2$  в ТБФ методом изменения объема фаз».

4.4. Лабораторная работа «Определение состава экстрагируемого соединения».

4.5. Лабораторная работа «Изучение условий образования третьей фазы при экстракции аминами».

#### **Раздел 4. Сорбционные процессы.**

5.1. Лабораторная работа «Ионообменное разделение редкоземельных элементов».

5.2. Лабораторная работа «Сравнение сорбции урана при использовании катионита и анионита».

5.3. Лабораторная работа «Использование сорбента ТВЭКС-ТБФ для извлечения урана».

5.4. Лабораторная работа «Сравнение сорбентов ТВЭКС-ТБФ и АВ-17 для извлечения циркония»

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	9 семестр	
	В зачетных единицах	В акад. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Лекции	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные занятия	2,67	96
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>
Контактная самостоятельная работа	3,33	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		119,8
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	9 семестр	
	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Лекции	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные занятия	2,67	72
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,33</b>	<b>90</b>
Контактная самостоятельная работа	3,33	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		88,85
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Проектирование производств редких металлов»

**1. Цель дисциплины** - формирование у обучающихся компетенций в области проектирования производств редких металлов с учетом специфики отрасли и нормативно-правовой базы.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);
- способностью к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего ядерного и национального ядерного законодательства (ПК-18);
- способностью к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);
- способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);
- способностью использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1)

*Знать:*

- алгоритм и специфику проектирования производств редких металлов;
- основные нормативные документы при проектировании производств редких металлов в Российской Федерации;
- современные требования к технологическим схемам, алгоритм выбора оптимального варианта схемы и оборудования;
- элементы строительного проектирования (принципы расположения оборудования и установок, способы их монтажа и демонтажа и т.д.); способы внутрицеховой транспортировки сырья, вспомогательных материалов, отходов и готовых продуктов;
- организацию контроля качества исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов;

- систему контроля сбросов, выбросов, состояния окружающей природной среды на предприятии, в санитарно-защитной зоне и на селитебной территории, мероприятия по технике безопасности и промсанитарии.

*Уметь:*

- проводить сопоставительный анализ различных вариантов технологических схем и выбрать оптимальный;
- критически оценивать принятые технологические (технические) решения на основе самостоятельной работы с технической и справочной литературой и выполнения аналитических, расчетных и графических работ;
- составлять материальный и энергетический балансы; производить расчеты основных аппаратов.

*Владеть:*

- навыками аналитического осмысления и критической оценки принятых технологических (технических) решений;
- навыками выполнения аналитических, расчетных и графических работ при проектировании производства редких элементов;
- навыками выбора основного и вспомогательного технологического оборудования.

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

#### **Раздел 1. Основные понятия и нормативная база проектирования производств редких металлов. Специфика предпроектной стадии.**

Организационная структура отрасли. Генеральный проектировщик. Примерная структура проектного института. Функции технологического отдела и технолога-проектировщика.

Единые отраслевые методические указания двустадийного проектирования объектов капитального строительства Госкорпорации «Росатом», не имеющих аналогов на территории РФ и за ее пределами (2017). Этапы и стадии проектирования. Ретроспективный анализ алгоритма современного проектирования в РФ (последние 15 лет). Глоссарий по дисциплине проектирования. Градостроительный кодекс РФ.

Специфика предпроектной стадии проектирования производств редких металлов. Основные документы. Алгоритм разработки, согласования и утверждения Обоснований инвестиций (ОБИН). Договор, Задание на разработку ОБИН. Порядок разработки, согласования и утверждения ОБИН. Основные технико-экономические и финансовые показатели для утверждения ОБИН.

Исходные данные на проектирование. Состав, порядок разработки, разделы и приложения. Перечень исходных данных для проектирования наиболее распространенных операций в производстве редких металлов.

#### **Раздел 2. Стадия проектирования. Алгоритм современного проектирования.**

##### **2.1. Состав и содержание проекта производств редких металлов. Главный инженер проекта: функции, задачи, обязанности, права.**

Объекты капитального строительства (производственного, непроизводственного назначения, линейные). Задание на проектирование объектов производственного назначения. Состав и содержание Проекта. Состав и содержание Рабочей документации.

Ключевые фигуры руководителей (генеральный проектировщик, главный конструктор, главный инженер проекта, заказчик-застройщик, научный руководитель и т.д.). Функции, задачи, обязанности и права. Состав и содержание части Проекта «Технологические решения».

##### **2.2. Экологические аспекты проектирования производств редких элементов**

Экологический паспорт промышленного предприятия. Особенности заполнения его разделов. Загрязнение окружающей среды (литосферы, атмосферы, гидросферы) промышленными предприятиями. Источники загрязнения и источники выделения. Наиболее распространенные группы веществ химического загрязнения почвы. Основные мероприятия по борьбе с загрязнением атмосферного воздуха. Аппараты и устройства для



очистки воздуха и газов от взвешенных частиц (пыли или тумана). Мероприятия по защите гидросферы. Очистка сточных вод промышленных предприятий. Показатели качества очистки (БПК<sub>2</sub>, ОБУВ, ПДК, ПДС и др.)

Классификация промышленных предприятий в зависимости от выделяемых ими вредных веществ. Нормативные показатели. Размеры санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Мероприятия по охране окружающей природной среды. Санирование (очистка) и рекультивация территорий (техническая, биологическая).

### 2.3. Специальные разделы проектирования промышленных предприятий производства редких металлов.

Специальные разделы проектирования промышленных предприятий (отопление, вентиляция, водоснабжение, канализация и др.).

Анализ материалов, выполненных проектными организациями (ОБИН, Проекта, Рабочего проекта строительства (реконструкции) и др. производств редких металлов.

### 2.4. Строительная часть проекта.

Типы промышленных зданий (одно-, многоэтажные, павильонного типа), шаг колонн, высоты помещений от отметки чистого пола до низа несущих конструкций перекрытия в зданиях без мостовых кранов и с мостовыми кранами и т.п. Расположение оборудования вне зданий. Инженерные сооружения и их назначение. Условия противопожарной безопасности и взрывоопасности зданий.

### **Раздел 3. Курсовое проектирование.**

Требования к содержанию курсового проекта (раздел: Технологическая часть) и оформлению расчетно-пояснительной записки. Графическая часть проекта.

Выбор и характеристика основного и вспомогательного оборудования. Методы и алгоритм расчета (конструирования) основного аппарата.

КИП, автоматизация, механизация технологических процессов. Организация контроля качества продукции. Техника безопасности и охрана труда.

Выполнение курсового проекта по индивидуальному заданию.

## **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	10 семестр	
	ЗЕ	Акад. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>32</b>
Лекции	0,445	16
Практические занятия (ПЗ)	0,445	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,11</b>	<b>76</b>
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6
Выполнение курсового проекта		40,0
<b>Виды контроля:</b>		
зачет	+	+
<b>Курсовой проект – зачет с оценкой</b>	+	+

Виды учебной работы	10 семестр	
	ЗЕ	Астр. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,89</b>	<b>24</b>
Лекции	0,445	12
Практические занятия (ПЗ)	0,445	12

<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,11</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа		0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,7
Выполнение курсового проекта	2,11	30
<b>Виды контроля:</b>		
<b>зачет</b>	+	+
<b>Курсовой проект – зачет с оценкой</b>	+	+

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»**

**1. Цель дисциплины** – состоит в формировании 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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для укрепления здоровья и достижения должного уровня полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-14).
- способностью к организации работы подчиненных (ПК-13).

*Знать:*

- научно-практические основы физической культуры и спорта;
- 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:*

- выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом;
- выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и самостраховки.

*Владеть:*

- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, необходимым для качественного усвоения профессиональных умений и навыков в процессе обучения в вузе, для

обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности после окончания учебного заведения;

- техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

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

Предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете по дисциплине **«Физическая культура и спорт (элективные дисциплины)»** в объеме **196** акад. часов / 147 астр. часов в течение четырех семестров (**по 32 акад. ч. в 1 и 4 сем., по 66 час. во 2 и 3 семестрах**), а также самостоятельная работа в объеме 132 акад. часов / 99 астр. часов в течение четырех семестров.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

С целью определения группы здоровья обучающихся, в начале учебного года кафедра физического воспитания контролирует прохождение студентами врачебного контроля, принимая медицинские заключения о группе здоровья для занятий по физической культуре и спорту из городских поликлиник по месту жительства студента, ГП № 219, медицинских центров, имеющих лицензию на право предоставления медицинских услуг.

По результатам медицинского осмотра происходит распределение студентов по учебным отделениям.

В *основное* отделение распределяются студенты, на основании данных врачебного контроля, имеющие основную или подготовительную группу здоровья.

Студенты, получившие специальную медицинскую группу «А» или «Б», распределяются в *специальное медицинское* отделение. Для указанной категории студентов разработана отдельная программа.

В *спортивное* отделение зачисляются студенты, имеющие спортивные разряды или хорошую физическую подготовку, позволяющую им быть зачисленным в сборные команды университета по различным видам спорта (медицинская группа здоровья – основная или подготовительная).

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего, академ. ч.	КР	СР
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки</b>	<b>150</b>	<b>80</b>	<b>70</b>
1.1.	Оздоровительная направленность – как важнейший принцип системы физического воспитания	12	8	4
1.2.	Основы построения оздоровительной тренировки	62	32	30
1.3.	Физкультурно-оздоровительные методики и системы	48	28	20
1.4.	Оценка состояния здоровья	28	12	16
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО</b>	<b>153</b>	<b>108</b>	<b>45</b>
2.1.	Появление и внедрение комплекса ГТО	6	3	3
2.2.	Воспитание физических качеств обучающихся	53	35	18
2.3.	Профессионально-прикладная физическая подготовка	45	35	10
2.4.	Подвижность двигательного навыка.	49	35	14

	Взаимосвязь физических качеств			
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Этика физической культуры и спорта</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>17</b>
3.1.	Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий	5	2	3
3.2.	Организация спортивных мероприятий	8	2	6
3.3.	Нравственные отношения в спорте	6	2	4
3.4.	Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА	6	2	4
<b>ИТОГО</b>		<b>328</b>	<b>196</b>	<b>132</b>

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В академ. часах	Семестр			
		1	2	2	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	<b>328</b>	<b>56</b>	<b>92</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>196</b>	<b>32</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>32</b>
Практические занятия (ПЗ)	196	32	66	66	32
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>132</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>58</b>
Контактная самостоятельная работа	66	12	13	12	29
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	66	12	13	12	29
<b>Вид итогового контроля:</b>	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

Вид учебной работы	В астрон. часах	Семестр			
		1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	<b>246</b>	<b>42</b>	<b>69</b>	<b>67,5</b>	<b>67,5</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>147</b>	<b>24</b>	<b>49,5</b>	<b>49,5</b>	<b>24</b>
Практические занятия (ПЗ)	147	24	49,5	49,5	24
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>99</b>	<b>18</b>	<b>19,5</b>	<b>18</b>	<b>43,5</b>
Контактная самостоятельная работа	49,5	9	9,75	9	21,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	49,5	9	9,75	9	21,75
<b>Вид итогового контроля:</b>	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

#### 4.4.3 Дисциплины вариативной части (дисциплины по выбору)

##### Аннотация рабочей программы дисциплины «Введение в физику в технологии материалов современной энергетики»

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

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1).

*Знать:*

- сущность физических законов механики, молекулярной физики и термодинамики;
- принципы решения физических задач;

*Уметь:*

- применять приобретенные в процессе обучения знания при изучении других дисциплин естественнонаучного и общетехнического цикла;

*Владеть:*

- методикой решения физических задач в рамках изучаемого курса.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Раздел 1. Основы механики

Кинематика точки. Механическое движение. Траектория. Путь перемещение. Скорость и ускорение. Относительность движения. Типы движения в кинематике. Равномерное и равнопеременное движение. Графическое представление движение. Свободное падение тел. Равномерное движение по окружности. Основы динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Условия равновесия тел. Законы сохранения в механике. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Механическая работа. Мощность. Механическая энергия тела. Закон сохранения энергии в механике. Механические колебания и волны. Гармонические колебания. Математический маятник. Пружинный маятник. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Распространение механических волн в упругих средах. Поперечные и продольные волны.

#### Раздел 2. Молекулярная физика

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Атомная гипотеза. Масса и размер молекул. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Абсолютная температурная шкала. Уравнение состояния идеального газа. Изотермический, изохорный и изобарный процессы. Смесь идеальных газов. Понятие о фазовых переходах. Взаимные превращения жидкостей и газов. Испарение и конденсация. Насыщенный и ненасыщенный пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха.

#### Раздел 3. Основы термодинамики.

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике. Первое начало термодинамики. И его применение к различным процессам. Адиабатный процесс. Второе начало термодинамики. Необратимость процессов в природе. Понятие о втором начале термодинамики. Принцип действия тепловых двигателей. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Семестр 1		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8	29,85
<b>Виды контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Введение в материаловедение в технологии материалов современной энергетики»

**1. Цели дисциплины** - ознакомление студентов с выбором материалов оборудования и конструкций химико-технологических процессов, связанных, в частности, с технологиями разделения изотопов и применения последних в области техники и технологии, естественных наук и медицины; получение информации о физической сущности явлений, происходящих в материалах; основы изучения способов оценки и прогнозирования эксплуатационных свойств современных конструкционных и функциональных материалов; установление зависимости между составом, строением и свойствами современных конструкционных и функциональных материалов.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

– способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1).

*Знать:*

- классы материалов, применяемых для производства промышленного оборудования и конструкций;
- состав и структуру материалов, применяемых для производства промышленного оборудования и конструкций;
- характеристики материалов, применяемых для производства промышленного оборудования и конструкций;
- принятую в Российской Федерации маркировку материалов, применяемых для производства промышленного оборудования и конструкций;
- корреляцию между структурой, свойствами и условиями эксплуатации материалов, применяемых для производства промышленного оборудования и конструкций.

*Уметь:*

- осуществлять направленное изменение свойства материалов, применяемых для производства промышленного оборудования и конструкций;
- осуществлять квалифицированный выбор материалов для производства промышленного оборудования и конструкций с учетом условий эксплуатации;
- определять основные свойства материалов, применяемых для производства промышленного оборудования и конструкций;
- оценивать работоспособность материалов, используемых для производства промышленного оборудования и конструкций.

*Владеть:*

- методами определения свойств материалов, применяемых для производства промышленного оборудования и конструкций;
- технологиями сбора и обработки данных для принятия конкретных технических решений при разработке технологических процессов с точки зрения технико-экономической эффективности.

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

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, их применения. Значение материалов в развитии химико-технологических процессов и обеспечении их безопасности.

Основные понятия о строении, структуре и свойствах материалов. Ознакомление с методами 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. Кристаллизация металлов и сплавов. Самопроизвольная кристаллизация. Несамостоятельная кристаллизация. Аморфные материалы. Наноматериалы. Аллотропические превращения металлов. Структура неметаллических материалов. Строение полимеров, стекла, керамики.

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.

Физико-химические основы материаловедения.

Основы теории сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Термины и определения. Диаграммы – «состав-свойство».

Металлические материалы.

Железо и сплавы на его основе. Стали и чугуны.

Железоуглеродистые сплавы. Структуры сплавов железо-углерод. Диаграммы состояния железо-цементит.

Конструкционные металлические материалы. Углеродистые и легированные стали. Классификация сталей, определение понятия качества стали (требования к качеству). Конструкционные стали. Инструментальные стали. Классификация углеродистых и легированных сталей. Маркировка сталей по химическому составу. Конструкционные стали и сплавы. Инструментальные стали и сплавы. Чугуны и твердые сплавы. Свойства и назначение чугуна.

Теория и практика термической и химико-термической обработки металлов и сплавов. Природа, механизм и условия протекания структурных превращений в стали. Виды и способы цементации. Диффузионное насыщение поверхности неметаллами. Азотирование стали. Диффузионная металлизация. Ионная химико-термическая обработка. Перспективы развития химико-термической обработки. Диффузионное удаление примесей.

Цветные металлы и сплавы на их основе.

Общая характеристика и классификация медных сплавов. Латуни, бронзы, медно-никелевые сплавы. Антифрикционные металлические материалы. Общая характеристика алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы, литейные алюминиевые сплавы. Гранулированные сплавы. Общая характеристика магниевых сплавов.

Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии.

Основные причины коррозии металлов. Показатели коррозии. Классификация коррозионных процессов.

Неметаллические материалы.

Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров. Термореактивные и термопластичные полимеры. Строение и свойства пластмасс.

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 материалы.

Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов.

Влияние облучения на структуру, механические свойства и коррозионную стойкость материалов. Радиационностойкие стали и сплавы.

Выбор конструкционных материалов для конкретного технологического процесса. Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов.

## 2. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Семестр 1		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>24</b>
Лекции	0,45	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8	29,85
<b>Виды контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерная психология в технологии материалов современной энергетики»

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний в области психологии организации деятельности людей в системе «человек и машина», человека и профессиональной деятельности, развитие профессионально важных качеств будущего специалиста.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);

*Знать:*

- основные психологические понятия (психика, сознание, индивид, личность, индивидуальность, психические процессы, свойства, состояния и пр.);



- методы психологических исследований (объективные, описательные, психологической помощи);
- профессионально важные качества значимые для будущей специальности;
- психологическую сущность общения;
- конструктивные способы разрешения конфликтных ситуаций;
- психологические особенности развития малой социальной группы (коллектива);

*Уметь:*

- проектировать и поддерживать психологически безопасные условия деятельности в сложных системах человек-машина;
- работать в коллективе, сотрудничать с коллегами, разрешать конфликтные ситуации;
- анализировать свои возможности использовать методы самодиагностики, самопознания и самовоспитания;

*Владеть:*

- навыками психологического самоанализа и саморегулирования, необходимыми для эффективной и безопасной профессиональной деятельности;
- теоретическими и практическими навыками планирования профессиональной деятельности, целеполагания и разработки оптимальных программ реализации цели;
- навыками межличностного общения.

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

#### **Раздел 1. Психология человека и его профессиональная деятельность**

##### 1.1. Общая характеристика психологии как науки. Методы психологии

История становления психологии как самостоятельной науки. Предмет, методы и задачи современной психологии. Психика человека как системное свойство высокоорганизованной материи. Психологические характеристики сознания. Человек во взаимосвязи с окружающим миром. Человек: индивид, личность, индивидуальность. Отрасли психологии. Инженерная психология и психология труда.

##### 1.2. Общее понятие о личности

Личность и ее структура. Самосознание: самопознание, самоотношение, саморегуляция. Основные подходы к изучению личности. Развитие личности. Личность в системе межличностных отношений.

##### 1.3. Личность и ее психические свойства

Темперамент и характер в структуре личности. История становления типологии темпераментов. Характеристика типов темперамента. Проявление темперамента в деятельности. Структура и типология характера. Черты характера и его формирование характера.

##### 1.4. Познавательные процессы личности

Общая характеристика познавательных процессов личности. Ощущение и восприятие: виды, свойства, особенности развития. Внимание и память: виды, свойства, функции. Развитие и воспитание внимания. Возрастные и индивидуальные особенности памяти. Приемы рационального заучивания. Мышление и его формирование. Типология мышления: формы, виды, операции, индивидуальные особенности. Мышление и речь. Способы активизации мышления. Воображение: виды, функции, развитие. Воображение и творчество.

##### 1.5. Эмоционально-волевые процессы личности

Общее понятие об эмоциях и чувствах: функции, классификация, особенности развития. Способы управления своим эмоциональным состоянием. Общее представление о воле. Психологическая структура волевого акта. Развитие и воспитание силы воли.

##### 1.6. Психология профессиональной деятельности.

Человек и профессия. Структура профессиональной деятельности. Психологические направления исследования человека в структуре профессиональной деятельности. Профессиографирование как метод изучения профессиональной деятельности. Виды профессиографирования. Задачи психологии профессиональной

деятельности. Психологические признаки и регуляторы труда. Профессионально важные качества. Компетентностный подход в профессиональной подготовке специалистов.

## **Раздел 2. Человек как участник трудового процесса**

### 2.1. Основные этапы развития субъекта труда

Человек как субъект труда: структура основных компонентов. Этапы развития субъекта труда (периодизация Е. А. Климова). Кризисы профессионального становления (Е. Ф. Зеер). Функциональные состояния человека в труде. Регуляторы функциональных состояний. Классификация функциональных состояний. Психологический стресс как функциональное состояние. Методы управления функциональными состояниями.

### 2.2. Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом

Потребности и мотивы личности. Классификация потребностей и виды мотивации. Иерархия потребностей (пирамида А. Маслоу). Трудовая мотивация. Мотивы трудового поведения (В. Г. Подмарков). Основные теории трудовой мотивации и удовлетворенности трудом (Д. Макклеланд, Ф. Герцберг, В. Врум и др.).

### 2.3. Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности

Психологическая система трудовой деятельности. Мотивационный процесс как основа целеполагания. Этапы достижения цели. Структура мотивационного процесса. Критерии эффективности целеполагания. Классификация целей. Разработка программы реализации цели. Стратегическое планирование.

### 2.4. Профессиональная коммуникация

Психология общения. Составные элементы процесса общения. Функции и виды общения. Типы общения. Характеристики личности, способствующие успешности общения. Обмен информацией и коммуникативные барьеры. Авторитарная и диалогическая коммуникация. Общение как взаимодействие (интеракция). Межличностное восприятие и построение имиджа. Профессиональное общение. Культура делового общения.

### 2.5. Психология конфликта

Конфликт как особая форма взаимодействия. Структура, динамика, функции конфликтов. Основные стадии развития конфликтов. Классификация конфликтов. Основные этапы поиска выходов из конфликтной ситуации. Профессиональные конфликты. Источники конфликтов. Конфликтогенные личности. Условия конструктивного разрешения конфликтов.

### 2.6. Психология совместного труда

Психология совместной трудовой деятельности. Признаки группового субъекта труда. Классификация организаций. Способ организации совместной деятельности. Психология группы. Социально-психологические особенности малой организованной группы. Социально-психологический климат группы. Особенности совместимости членов группы.

### 2.7. Психология управления

Управление как социальный феномен. Субъект и объект управления. Управленческие отношения как предмет науки управления. Этапы ее развития. Управленческая деятельность. Основные управленческие культуры: характерные черты и особенности. Основные функции управленческой деятельности.

### 2.8. Стресс и его профилактика

Психология стресса. Приемы управления эмоциональными состояниями. Профилактика стресса и формирование стрессоустойчивости.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	2 семестр	
	В зач. ед.	В акад.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекционные занятия (ЛЗ)	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2
Реферат/Самостоятельная практическая работа		20
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		19,8
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	2 семестр	
	В зач. ед.	В астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекционные занятия (ЛЗ)	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,15
Реферат/Самостоятельная практическая работа		15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		14,85
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Русский язык и культура речи в технологии материалов современной энергетики»

**1. Цель дисциплины** – повышение общей и речевой культуры специалиста, способного реализовывать свои коммуникативные потребности в современном обществе на основе принципов эффективности общения, коммуникативной целесообразности и комфортности, уважения к другим людям.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовностью свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12).

*Знать:*

- основные понятия дисциплины: *язык, речь, текст, функциональные стили, речевая ситуация, языковая личность, нормированность речи;*
- специфику устной и письменной речи;
- этику и этикет профессионального речевого общения;
- специфику научного языка, жанры научного стиля речи, композиционную структуру и средства оформления научной работы;

- особенности официально-делового стиля, правила составления документа;
- нормы литературного языка;
- правила подготовки текстов разных видов публичного выступления, приемы убеждения и законы коммуникации;

*Уметь:*

- логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь,
- трансформировать письменный текст в устную форму речи;
- создавать на основе научного произведения вторичные жанры письменного текста (план, тезисы, аннотацию, реферат), следуя нормам научной речи;
- составлять деловые документы в соответствии с нормативными требованиями;
- находить в тексте речевые ошибки и устранять их;
- составлять текст публичного выступления разных жанров;
- выступать публично и участвовать в дискуссии;

*Владеть:*

- культурой профессионально-деловой и научной речи в письменной и устной форме;
- навыками эффективной коммуникации в учебной и профессиональной деятельности (публичного выступления, аргументации, ведения дискуссии).

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

#### **Раздел 1. Введение в предмет**

1.1. Русский язык и культура речи как предмет, как составляющая жизненного и профессионального успеха. Задачи и место курса в подготовке бакалавра, специалиста и магистранта. Проблема престижа и практической востребованности речевой культуры в наше время. Основные понятия курса. Влияние языка на формирование личности человека, понятие *языковая личность*. Исторические сведения о русском языке. Современная речевая ситуация конца XX – начала XXI вв.: разрушение орфографических и стилистических норм, стремительный рост ошибок, изменение орфоэпических норм.

1.2. Компоненты ситуации общения и успешность коммуникации. Понятия *общение* и *речевая ситуация*. Цели общения (коммуникативные цели). Речевые ошибки и коммуникативные неудачи, возможные их причины. Коммуникативная компетенция носителя РЯ – умение строить и воспринимать устные и письменные тексты разных жанров в различных ситуациях общения, тем самым достигать своих целей, не нарушая принципов культуры, морали, коммуникативной комфортности.

1.3. Многообразие языковых средств. Отбор языковых средств, обеспечивающих эффективную коммуникацию в определенной ситуации. Типы речевых ситуаций и функциональные разновидности современного русского языка. Формы речи (письменная и устная) и их специфика. Монолог и диалог (полилог). Функциональные стили (научный, официально-деловой, публицистический).

#### **Раздел 2. Культура научной речи и деловой речи**

2.1. Лингвистика научного текста. Особенности научного стиля речи. Термины, особенности научной терминологии. Разновидности научного стиля (собственно научный, учебно-научный, научно-информационный, научно-публицистический). Специфика использования элементов различных языковых уровней (лексического, морфологического, синтаксического) в научной речи.

2.2. Оформление научной работы. Организация научного текста.. Виды компрессии научного текста: конспект, план, тезисы, виды рефератов. Жанры устной научной речи. Краткая характеристика реферативного сообщения, лекции и доклада.

2.3. Особенности официально-делового стиля. Письменные формы деловой речи. Официально-деловой стиль речи, его лексико-грамматические особенности, речевые клише; его разновидности (подстили) и сферы функционирования (административная, правовая, дипломатическая), жанровое разнообразие. Новые явления в официально-деловом стиле. Жанры письменной деловой коммуникации. Документы личного

пользования (заявление, расписка, доверенность, ходатайство, автобиография, резюме). Служебная корреспонденция (деловое письмо и его виды, инструкция).

2.4. Устные формы деловой речи. Особенности устной деловой речи (сочетание элементов профессионального, делового и разговорного языков). Национальные особенности русского речевого этикета и деловой речевой этикет.

### **Раздел 3. Нормативный аспект культуры речи**

3.1. Определение нормативности и вариантности. Орфоэпические нормы русского литературного языка. Языковая норма, её роль в становлении и функционировании русского литературного языка. Определение понятий кодификация и фактор социального престижа. Понятие вариантности языковой нормы. Правильность и мастерство речи. Разновидности языковых норм. Произносительные нормы РЯ (орфоэпия).

3.2. Лексические нормы РЛЯ, причины их нарушения. Значение слова и лексическая сочетаемость. Точность речи: правильность выбора слова из ряда единиц, близких ему по значению или по форме (синонимы, паронимы, омофоны)

Функционально-смысловая принадлежность слова. Уместность использования слова в той или иной коммуникативной ситуации. Иноязычные слова в современной русской речи. Распространенные лексические ошибки: плеоназм и тавтология. Русская фразеология и выразительность речи.

3.3. Грамматические нормы РЛЯ, случаи их нарушения. Особенности русского словообразования. Строгое соблюдение морфологических норм современного русского языка. Трудные случаи употребления имен существительных. Изменения, происходящие в употреблении числительных. Синтаксические нормы: трудные случаи именного и глагольного управления. Согласование подлежащего и сказуемого в формах числа. Употребление деепричастных оборотов.

3.4. Орфографические и пунктуационные нормы РЛЯ. Орфографические и пунктуационные нормы, актуальные для делового письма: правописание приставок, суффиксов и окончаний разных частей речи, предлогов, частиц, употребление прописных букв, употребление знаков препинания в простом и сложном предложениях.

### **Раздел 4. Правила подготовки публичного выступления.**

4.1. Правила подготовки публичного выступления – монолога. Особенности публицистического стиля речи. Понятие устного публичного выступления, его виды и общие требования к подготовке публичного выступления в зависимости от цели выступления: информационное (и рекламное) выступление, протокольно-этикетное и правила подготовки поздравительных и приветственных речей. Особенности аргументирующей (убеждающей) речи, виды убеждающей речи

4.2. Основы полемического мастерства. Роль публичных дискуссий в современном обществе. Понятие спора, его цели и виды. Подготовка к дискуссии и правила участия в ней.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	2 семестр	
	ЗЕ	В акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекционные занятия (ЛЗ)	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	2 семестр	
	В зач. ед.	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекционные занятия (ЛЗ)	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,1</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		29,85
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Вычислительная математика в технологии материалов современной энергетики»

**1. Цель дисциплины** - дать студентам теоретические знания и научить практическим умениям и навыкам использования современных математических методов расчетов, расчетных исследований, анализа, оптимизации инженерных процессов с применением языка Python для решения широкого круга задач вычислительной математики.

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

*обладать* следующими компетенциями:

– способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);

*Знать:*

– вычислительные и алгоритмические аспекты, необходимые для применения современных систем компьютерной математики, в частности Python;

– методы и алгоритмы для решения инженерно-технических расчетных задач;

*Уметь:*

– формализовать задачи вычислительной математики;

– применять полученные знания при решении практических инженерно-технических расчетных задач вычислительной математики, с использованием современных систем компьютерной математики, в частности Python.

*Владеть:*

– методами применения современных систем компьютерной математики, в частности Python;

– способностью постановки и решения инженерно-технических расчетных задач вычислительной математики и навыками интерпретации и применения получаемых результатов.

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

**Введение. Цели и задачи курса. Краткая характеристика численных методов и их особенности. Проблемы и решения.** Задачи и место курса в подготовке бакалавра по направлению.

**Раздел 1. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии .**

Тема 1.1. 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.

Тема 1.2. 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).

Тема 1.3 Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python (в среде Spyder). Управляющие конструкции if, for, while.

Тема 1.4 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.

Тема 1.5 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 2. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).**

Тема 2.1. 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).

Тема 2.2. 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.

Тема 2.3. Обзор методов решения СЛАУ. Вычислительная устойчивость, сходимость методов . Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.

**Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. МНК. Функции Python для работы с многочленами.**

Тема 3.1.. Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Функции Python. Определение критерия Стьюдента

Тема 3.2.Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа, реализация в Python.

Тема 3.2. 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.

**Раздел 4. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами.**

Тема 4. 1.Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СНУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Реализация методов в Python.

Тема 4. 2.Методика использования решателей в модуле scipy.optimize, функции root\_scalar, root.

**Раздел 5. Решение задач многомерной оптимизации численными методами**

Тема 5.1. Классификация задач и методов оптимизации.

Метод градиентного спуска. Метод деформируемого многогранника. Реализация методов

в Python.

Тема 5.2 Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле scipy.optimize  
Встроенные методы SciPy, функции minimize\_scalar, minimize.

#### Раздел 6. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами

Тема 6.1. 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 учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр 4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,2	1,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8		59,8
<b>Виды контроля:</b>				
<i>Вид контроля из УП (зачет)</i>				
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр 4 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,44	12	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	24	0,89	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,15	1,67	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44,85		44,85
<b>Виды контроля:</b>				
<i>Вид контроля из УП (зачет)</i>				
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Дискретная математика в технологии материалов современной энергетики»

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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

– способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке



мероприятий по их совершенствованию (ПК-5).

*Знать:*

- основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач.

*Уметь:*

- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.

*Владеть:*

- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.

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

#### **Раздел 1. Элементы теории множеств и алгебраические структуры.**

Множества, отношения и функции. Задание множеств и осуществление операций над ними. Способы задания. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения и декартова произведения. Аксиоматика теории множеств. Алгебра Кантора. Минимизация представлений множеств. Диаграммы Эйлера-Венна. Бинарные отношения. Способы задания бинарных отношений. Свойства бинарных отношений. Разбиения. Отношения эквивалентности и порядка. Представление  $n$ -арных отношений бинарными. Алгебра отношений. Функции. Инъекция, сюръекция и биекция. Алгебраические структуры. Полугруппы. Моноиды. Группы. Подгруппы. Циклические группы. Группы подстановок. Изоморфизм групп. Смежные классы по подгруппе. Нормальные делители. Фактор-группы. Кольца: определения, свойства, примеры. Поля.

#### **Раздел 2. Элементы теории графов.**

Графы. Задание и характеристики графов. Виды графов. Подграфы. Матрицы смежности и инцидентности. Степени вершин. Маршруты Цепи. Циклы. Расстояние между вершинами. Диаметр и радиус графа. Унарные и бинарные операции над графами. Дополнение графа. Удаление и добавление вершин. Удаление и добавление ребер. Отождествление вершин. Расщепление вершин. Объединение графов. Пересечение графов. Компоненты связности. Мосты. Вершинная и реберная связность. Связность ориентированных графов. Алгоритм вычисления связности. Внутренняя устойчивость. Вершинное число независимости. Реберное число независимости. Вершинное и реберное покрытие графа. Внешняя устойчивость. Вершинное и реберное число внешней устойчивости. Циклы и разрезы. Эйлеровы циклы. Гамильтоновы циклы. Планарность и укладка графов. Грани плоского графа. Раскраска графов. Хроматическое число. Гипотеза четырех красок. Деревья. Определения. Свойства. Теорема Кэли. Фундаментальная система циклов. Остов наименьшего веса. Упорядоченные деревья. Бинарные деревья. Деревья сортировки. Алгоритм поиска в дереве сортировки.

#### **Раздел 3. Булевы функции.**

Алгебра логики. Булевы функции. Способы задания. Булевы функции одной и двух переменных и их свойства. Формулы булевой алгебры. Основные законы булевой алгебры. Эквивалентность формул. Принцип двойственности. Совершенные дизъюнктивные и совершенные конъюнктивные нормальные формы. Системы элементарных булевых функций. Функционально полные системы элементарных булевых функций. Примеры функционально полных базисов. Важнейшие замкнутые классы. Теорема о функциональной полноте. Минимизация булевых функций. Сокращенная, тупиковая и минимальная формы. Карты Карно. Метод сочетания индексов и метод Куайна. Минимизация конъюнктивных нормальных форм. Обзор приложений дискретной математики. Разработка эффективного математического, программного, информационного и технического обеспечения на основе методов дискретной математики.

#### **Раздел 4. Исчисление высказываний.**

Введение в математическую логику. Краткие сведения из истории математической логики. Роль математической логики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем. Формальные аксиоматические системы. Символы, выражения, формулы, аксиомы. Правило вывода, непосредственное следствие, вывод, теорема. Логика высказываний. Логический вывод. Аксиомы. Правило *modus ponens*. Теорема дедукции и правило силлогизма. Полнота и непротиворечивость. Независимость аксиом. Разрешимость теории. Другие аксиоматизации. Проверка выводимости с помощью истинностных таблиц. Секвенции Генцена. Модель миров Крипке. Метод резолюций Робинсона. Метод клауз Вонга. Обратный метод Маслова (благоприятных наборов).

#### **Раздел 5. Исчисление предикатов и нечеткая логика.**

Логика предикатов. Автоматизация логического вывода. Переменные, функции, термы, предикаты, кванторы, формулы. Область действия квантора. Свободные и связанные переменные. Интерпретации, равносильность. Распознавание общезначимости. Проблема разрешимости. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Теорема дедукции. Непротиворечивость и полнота. Вынесение кванторов и предваренная нормальная форма. Скулемовские стандартные формы. Эрбрановский универсум и теорема Эрбрана. Подстановка и унификация. Метод резолюций и его полнота. Стратегии метода резолюций. Дизъюнкты Хорна. Принцип логического программирования. Нечеткие множества. Нечеткая логика. Появление и суть нечеткости. Формализация нечеткости. Функция принадлежности. Лингвистическая переменная. Операции над нечеткими множествами. Нечеткая арифметика. Методы дефаззификации. Нечеткие отношения. Стандартные нечеткие логические операции. Нечеткий вывод. Степени истинности и степени уверенности. Нечеткий аналог метода резолюций.

#### **Раздел 6. Конечные автоматы, машины Тьюринга-Поста, сложность вычислений.**

Элементы теории автоматов. Понятие автоматного преобразования информации и конечного автомата. Способы задания автоматов. Автоматы Мили и Мура. Программная и аппаратная реализация автоматов. Эквивалентность и минимизация автоматов. Машины Тьюринга-Поста. Формализация понятия алгоритма и формальные модели алгоритмов. Машина Тьюринга: определения, свойства, графы переходов. Машина Поста. Программы для машин. Проблема распознавания. Проблема остановки. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Сложность алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложность. Асимптотическая сложность, порядок сложности, сложность в среднем и в худшем случае. Трудноразрешимые задачи. Недетерминированная машина Тьюринга. Классы P и NP. NP-полные задачи. NP-полнота проблемы выполнимости формул логики высказываний. Обзор приложений математической логики. Направления использования аппарата математической логики в задачах практической информатики. Спецификация и верификация программно-аппаратных проектов, логическое программирование, построение онтологий, языки общения интеллектуальных агентов.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	0,89	32
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,2	1,67	0,2

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8		59,8
<b>Вид контроля - Зачет</b>	+	+	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр 4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>35,9</b>	<b>1,33</b>	<b>35,9</b>
Лекции	0,44	12,4	0,44	12,4
Практические занятия (ПЗ)	0,89	23,5	0,89	23,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>45,1</b>	<b>1,67</b>	<b>45,1</b>
Контактная самостоятельная работа		0,15		0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,67	44,95	1,67	44,95
<b>Вид контроля - Зачет</b>	+	+	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Основы менеджмента и маркетинга в технологии материалов современной энергетики»**

**1. Цель дисциплины** – получение системы знаний о закономерностях функционирования предприятий в системе национальной экономики, представлений в области менеджмента и маркетинга, включая методологические основы и закономерности, функции, методы, организационные структуры, организацию процессов, технику и технологию менеджмента и маркетинга в условиях рыночной экономики.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к организации работы подчиненных (ПК-13);
- способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17).

*Знать:*

- принципы составления технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы и оборудование) и др.;
- теоретические основы и методы выработки целей и стратегии бизнеса;
- принципы подготовки документации для создания системы менеджмента качества предприятия;
- методы и технологии принятия и реализации управленческих решений;
- основные принципы продвижения товара на рынок..

*Уметь:*

- составлять заявки на оборудование;
- разрабатывать техническую документацию;
- принимать управленческие решения и организовывать их выполнение;
- собирать, обрабатывать и использовать управленческую информацию;

- работать с управленческой документацией, пользоваться законам, нормами и правилами административной деятельности;
- распределять обязанности и ответственность;
- использовать методы мотивации персонала;
- контролировать и регулировать исполнение планов.

*Владеть:*

- навыками применения оптимальных подходов для диагностики и анализа рынка;
- методами руководства персоналом;
- инструментами эффективного управления предприятием.

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

#### **Раздел 1. Основы управления предприятием**

1.1 Введение. Предмет, метод и содержание дисциплины. Теория управления: управление как потребность и как фактор успеха деятельности, сущность и содержание управления, место теории управления в системе современных знаний, специфика управленческой деятельности, современные проблемы управления. Генезис теории управления: управленческие революции, возникновение научной теории управления, истоки и тенденции развития российского управления. Закономерности и принципы управления: субъективные и объективные факторы в управлении.

1.2 Система управления предприятием и ее структура. Оценка эффективности управления. Система управления: понятие системы управления, распределение функций, полномочий и ответственности, принципы построения систем управления. Централизация и децентрализация управления, делегирование полномочий в процессах управления. Организационная структура и ее виды. Основные понятия эффективности управления. Показатели эффективности управления.

#### **Модуль 2. Основы менеджмента**

2.1 Цели в системе управления. Разработка стратегий и планов организации. Цели и целеполагание в управлении: роль цели в организации и осуществлении процессов управления, классификация целей, построение дерева целей; сочетание разнообразия целей и функций менеджмента; система управления по целям; стратегия и тактика управления. Сущность, принципы и методы планирования. Процесс выработки стратегии. Формы текущего планирования.

2.2 Технология разработки и принятия управленческих решений. Разработка управленческих решений: понятие и классификация управленческих решений, основополагающие элементы деятельности, условия и критерии принятия решений, процесс и модели принятия управленческих решений, реализация управленческих решений.

2.3 Власть в системе управления, лидерство и стиль управления. Отношения власти в системе управления: понятие и типология власти; власть и авторитет менеджера; признаки, факторы и проявления неуправляемости; источники власти в управлении организацией; партнерство в процессах менеджмента. Лидерство и стиль управления: процессы формирования и основные составляющие лидерства, формальные и неформальные факторы лидерства, проявление лидерства в стиле управления, тенденция развития стиля управления.

2.4 Мотивационные основы управления и конфликты. Мотивация деятельности в управлении: мотивы деятельности человека и их роль в управлении, основные понятия и логика процесса мотивации, факторы формирования мотивов труда; использование мотивации в практике менеджмента; факторы эффективности мотивации; современные концепции мотивации. Групповая динамика и конфликты: роль группы в поведении и деятельности человека, формирование групп, взаимодействия в группе и в организации; возникновение, проявление и разновидности конфликтов, влияние конфликтов на управление.

#### **Модуль 3. Основы маркетинга.**

3.1 Маркетинг как система управления, регулирования и изучения рынка. Понятие маркетинга, происхождение и сущность маркетинга, цели маркетинга. Основные признаки маркетингового стиля управления. Концепции маркетинга. Основные виды маркетинга. Маркетинговая среда.

3.2 Комплекс маркетинга. Основные маркетинговые инструменты. Содержание и процесс управления маркетингом. Основные функции маркетинга. Товарная, ценовая, сбытовая и коммуникационная политики фирмы. Товарные стратегии. Разработка новых товаров.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	10 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции	0,45	16
Практические занятия	0,45	16
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>
Контактная самостоятельная работа	2,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	10 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции	0,45	12
Практические занятия	0,45	12
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>2,1</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,85
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы технического регулирования и управления качеством в технологии материалов современной энергетики»

**1. Цель дисциплины** – получение системы знаний об управлении качеством на предприятиях в системе национальной экономики, включая методологические основы и закономерности управления качеством в условиях рыночной экономики и внедрение результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к организации работы подчиненных (ПК-13);

- способностью к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16);
- способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17).

*Знать:*

- принципы составления технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы и оборудование) и др.;
- теоретические основы и методы выработки целей и стратегии бизнеса;
- принципы подготовки документации для создания системы менеджмента качества предприятия;
- методы и технологии принятия и реализации управленческих решений.

*Уметь:*

- разрабатывать техническую документацию;
- принимать управленческие решения и организовывать их выполнение;
- собирать, обрабатывать техническую информацию;
- работать с управленческой документацией, пользоваться законами, нормами и правилами административной деятельности;
- распределять обязанности и ответственность;
- использовать методы мотивации персонала;
- контролировать и регулировать исполнение планов.

*Владеть:*

- способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в проектных работах по созданию и производству материалов современной энергетики;
- навыками применения оптимальных подходов для диагностики и анализа рынка;
- инструментами эффективного управления.

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

#### **Раздел 1. Основы управления качеством на предприятии**

1.1 Введение. Предмет, метод и содержание дисциплины. Теория управления: управление как потребность и как фактор успеха деятельности, сущность и содержание управления, место теории управления качеством в системе современных знаний, специфика управленческой деятельности, современные проблемы управления качеством. Закономерности и принципы управления качеством: субъективные и объективные факторы.

1.2 Система управления качеством на предприятии. Оценка эффективности управления качеством. Система управления качеством: понятие системы управления, распределение функции, полномочий и ответственности, принципы построения систем управления качеством. Централизация и децентрализация управления, делегирование полномочий в процессах управления качеством. Основные понятия эффективности управления качеством. Показатели эффективности управления качеством.

#### **Раздел 2. Основы системы менеджмента качества**

2.1 Цели в системе управления качеством. Цели в управлении качеством: роль цели в организации и осуществлении процессов управления, классификация целей, построение дерева целей; сочетание разнообразия целей и функций менеджмента; система управления по целям; стратегия и тактика управления качеством. Сущность, принципы и методы планирования. Процесс выработки стратегии. Формы текущего планирования управления качеством. Внедрение результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики.

2.2 Технология разработки и принятия управленческих решений. Разработка управленческих решений: понятие и классификация управленческих решений, основополагающие элементы деятельности, условия и критерии принятия решений, процесс и модели принятия управленческих решений, реализация управленческих решений.

### **Раздел 3. Управление персоналом**

2.3 Власть в системе управления. Лидерство и стиль управления. Отношения власти в системе управления: понятие и типология власти; власть и авторитет менеджера; признаки, факторы и проявления неуправляемости; источники власти в управлении организацией; партнерство в процессах менеджмента. Лидерство и стиль управления: процессы формирования и основные составляющие лидерства, формальные и неформальные факторы лидерства, проявление лидерства в стиле управления, тенденция развития стиля управления.

2.4 Мотивационные основы управления и конфликты. Мотивация деятельности в управлении: мотивы деятельности человека и их роль в управлении, основные понятия и логика процесса мотивации, факторы формирования мотивов труда; использование мотивации в практике менеджмента; факторы эффективности мотивации; современные концепции мотивации. Групповая динамика и конфликты: роль группы в поведении и деятельности человека, формирование групп, взаимодействия в группе и в организации; возникновение, проявление и разновидности конфликтов, влияние конфликтов на управление качеством.

## **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	10 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции	0,45	16
Практические занятия	0,45	16
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>
Контактная самостоятельная работа	2,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Вид учебной работы	10 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>24</b>
Лекции	0,45	12
Практические занятия	0,45	12
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>2,1</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,85
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Экстракция в технологии редких металлов»**

**1. Цель дисциплины** – углубленное изучение основ экстракционного способа извлечения элементов из водного раствора в органический, содержащий экстрагент, с целью концентрирования целевого компонента или разделения близких по свойствам элементов, широко применяемых в современной гидрометаллургии редких металлов и в технологии радиохимической переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ).

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);

*Знать:*

- основные положения термодинамики экстракции и параметры, описывающие экстракционное равновесие;
- основные положения кинетики экстракции металлов и пути интенсификации скорости экстракционного массопереноса;
- состав и строение экстрагентов кислотного, нейтрального и основного типа, механизмы извлечения металлов в органическую фазу, влияние состава и строения на экстракционную способность и возможность реэкстракции;
- состав смесей экстрагентов для получения синергетного эффекта;
- возможности супрамолекулярных экстрагентов для извлечения и разделения редких металлов;
- основные требования к экстрагентам и разбавителям в технологии редких металлов;
- варианты выполнения экстракционного процесса.

*Уметь:*

- подобрать подходящий экстрагент для извлечения и концентрирования целевого редкого металла (или разделения смеси редких металлов) из водного раствора конкретного состава;
- проводить сравнение известных и вновь синтезированных экстрагентов и давать компетентную оценку их преимуществам и недостаткам;
- установить механизм экстракции редкого металла при использовании ранее не изученных экстракционных систем и предложить условия реэкстракции;
- находить оптимальные варианты и условия проведения экстракционных процессов с целью исключения появления межфазных образований.

*Владеть:*

- методами расчета термодинамических и кинетических параметров экстракционного процесса;
- методами установления состава синергетных комплексов при экстракции смесью экстрагентов;
- навыками практического применения знаний об извлечении редких металлов экстракционными методами.

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

#### **Раздел 1. Термодинамика экстракции.**

Жидкостная экстракция. Отличие извлечения неорганических соединений в органическую фазу от органических. Термодинамика экстракции. Правило фаз. Установление равновесия при выравнивании химических потенциалов. Отличие



экстракции электролитов от экстракции неэлектролитов. Различные виды изотермы экстракции. Графическое и математическое изображение изотермы. Объяснение S-образности начального участка изотермы при графическом изображении.

Коэффициенты распределения и разделения элементов. Степень извлечения. Закон действующих масс при экстракции с химической реакцией взаимодействия с экстрагентом. Константы равновесия: термодинамическая, эффективная и концентрационная.

Высаливание при экстракции и его причины. Метод разбавления как способ определения химизма экстракционного процесса. Определение величины pH полуэкстракции.

## **Раздел 2. Кинетика экстракции.**

Кинетика экстракции. Двухпленочная теория Нернста-Льюиса—Уитмена.  $\beta$  коэффициент массопередачи. Аддитивность фазовых сопротивлений. Условия правомерности двухпленочной теории. Влияние размера капель экстракционной эмульсии на массопередачу. Определение коэффициента массопередачи экспериментальным путем. Процессы, происходящие на границе раздела фаз.

Состояние неорганических веществ на границе раздела фаз. Структурно-механический барьер на границе раздела фаз и его влияние на ход кинетической кривой. Роль поверхностно-активных веществ (ПАВ) в экстракционных процессах. Расчет параметра упаковки. Мицеллярная экстракция.

## **Раздел 3. Экстрагенты различной природы.**

Классификация экстрагентов. Экстрагенты кислотного типа. Карбоновые, фосфорорганические и фосфонитрильные кислоты. Их структуры и ионообменные группы. Механизм экстракции кислотными экстрагентами. Влияние состава на экстракционную способность. Закон действующих масс применительно к экстрагентам кислотного типа. Возможность димеризации кислотных экстрагентов. Тетрадный эффект при экстракции РЗЭ. Реэкстракция металлов из органической фазы. Хелатирующие реагенты.  $\beta$ -дикетоны. Кето-енольная перегруппировка. Оксиоксимы. Причины повышенной устойчивости хелатных соединений.

Нейтральные экстрагенты. Их структуры и функциональные группы. Карбонильные и фосфорильные экстрагенты. Сульфоксиды. N-окиси. Нейтральные фосфорорганические соединения (НФОС). Экстракция неорганических кислот и металлов. Сольватный механизм экстракции. Сольватное число. Установление величины сольватного числа. Влияние состава НФОС на экстракционную способность. Эффект аномального арильного упрочнения. Закон действующих масс применительно к НФОС. Реэкстракция металлов из НФОС.

Экстрагенты-основания. Первичные, вторичные и третичные амины. Механизм экстракции кислот и металлов. Ассоциация солей аминов в органической фазе. Условия появления «третьей фазы». Четвертичные аммониевые основания и их соли. Механизм экстракции металлов. Реакции присоединения и замещения. Особенности состояния органических солей металлов при экстракции четвертичными аммониевыми солями. Реэкстракция.

## **Раздел 4. Экстракция смесями экстрагентов. Супрамолекулярные экстрагенты.**

Экстракция смесями экстрагентов. Бинарные экстрагенты. Реакции их получения. Механизм экстракции и реэкстракции бинарными экстрагентами. Возможность извлечения из кислых, солевых и щелочных растворов. Реакции экстракции и реэкстракции металлов. Синергетный и антагонистический эффект при экстракции металлов смесями экстрагентов. Причины синергетного и антагонистического эффекта. Смеси экстрагентов, дающие максимальный синергетный эффект. Синергетный эффект при добавке нейтральных экстрагентов к солям четвертичных аммониевых оснований. Методы определения состава синергетных соединений. Бифункциональные экстрагенты. Карбамоилфосфиноксиды.

Супрамолекулярные экстрагенты. Краун-эфиры и криптанды. Механизм извлечения металлов в краун-эфиры. Реакция «гость – хозяин». Влияние величины полости краун-эфира на селективность. Примеры краун-эфиров для извлечения определенных металлов. Разделение изотопов с применением краун-эфиров. Достоинства и недостатки краун-эфиров. Роль краун-эфиров в экстракции анионов. Поданды. Сравнение подандов и краун-эфиров. Каликсарены.

#### **Раздел 5. Требования к экстрагентам. Экстракция из многокомпонентных растворов.**

Требования, предъявляемые к экстрагенту в технологии: экстракционная способность, селективность, физические свойства (плотность), стоимость, минимальная токсичность, отсюда – величина растворимости в водной фазе, химическая и гидролитическая устойчивость. Примеры экстрагентов, широко применяемых в технологии.

Разбавители экстрагентов. Требования к их свойствам. Коллоидно-химические аспекты экстракционных процессов. Возможность появления «третьей фазы». Отличие «третьей фазы от появляющихся на границе раздела фаз межфазных образований. Модификаторы.

Экстракция из многокомпонентных растворов. Влияние природы фоновой минеральной кислоты на селективность экстрагентов. Влияние концентрации фоновой кислоты на извлечение металлов. Экстракция из растворов, многокомпонентных по металлу. Условия и причины увеличения экстрагируемости одного из компонентов или ее подавления в результате наличия другого металла.

#### **Раздел 6. Различные варианты выполнения экстракционного извлечения.**

Экстракция металлов в условиях отличия от наиболее распространенной двухфазной системы «водный раствор солей металла – органический раствор экстрагента». ТВЭКсы и импрегнаты. Экстракция в множественные эмульсии. Пертрактор. Концентрирование целевого элемента в результате транспортной реакции при переносе через твердую мембрану, содержащую растворенный экстрагент, в фазу, содержащую реэкстрагирующий реагент. Сверхкритическая флюидная экстракция

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зач.ед.	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,44	16
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,8
<b>Вид контроля: зачет</b>		+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зач.ед.	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,85
<b>Вид контроля : зачет</b>		+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья»**

**1. Цель дисциплины** – формирование у обучающихся теоретической базы знаний в области возможностей механической активации (МА) как метода совершенствования существующих и создания принципиально иных схем переработки минерального редкометалльного сырья.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3).

*Знать:*

- алгоритм и специфику организации схем механической активации и механохимической переработки редкометалльного сырья;
- факторы, влияющие на эффективность механического воздействия на кристаллическую структуру веществ;
- методы изучения структуры активированного твердого тела ;
- современное измельчительное оборудование и реализуемый в нем вид механического воздействия;
- взаимосвязь между типом механического воздействия и изменениями в кристаллической структуре в зависимости от типа кристаллической решетки минерала;

*Уметь:*

- проводить поиск научно-технической и патентной литературы по интенсификации процессов разложения редкометалльного сырья с помощью механической активации;
- обосновать выбор и режимы работы измельчительного оборудования для механической (механохимической) активации минерала с учетом его кристаллической структуры;
- интерпретировать результаты РФА, ДТА и др. методов, используемых для анализа изменений в кристаллической структуре под действием механической активации;

*Владеть:*

- навыками интерпретации результатов анализа кристаллической структуры редкометалльного сырья;

- навыками практического применения знаний о применении механической активации для интенсификации методов разложения, выщелачивания редкометалльного сырья, а также о возможностях механохимического синтеза соединений редких металлов.

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

#### **Раздел 1. Основные понятия и общие положения механической и механохимической активации твердых тел. Методы исследования активированных минералов**

##### 1.1. Теория механохимических процессов. Структурные изменения кристаллических тел под действием механической активации.

Общие вопросы механической активации (МА) твердых тел. Термины «грубое», «среднее», «тонкое» и «сверхтонкое» измельчение. Повышение реакционной способности веществ в зависимости от характера (режима) воздействия рабочих тел – истирающий, вихревой, ударный и т.д. (типа аппарата-измельчителя). Понятия механическая активация и механохимическая активация. Химическая связь в твердых телах. Средний размер частиц, удельная поверхность. Размеры кристаллитов (области когерентного рассеяния, блоки мозаики), микродеформации кристаллической решетки. Эффект Хэдвалла. Теория механохимических процессов. Модели активации (статистическая, динамическая и др.), модели распределения (оценки) энергии, накопленной твердым телом при механической активации.

Структурные изменения кристаллических тел под действием МА. «Сухое» и «мокрое» измельчение. Влияние отношения массы рабочих тел к массе обрабатываемого материала; материал, геометрия рабочих тел и др. факторы.

##### 1.2. Эффективность различного типа аппаратов и режимов измельчения.

Конструктивные особенности наиболее распространенных аппаратов-измельчителей (мельницы: барабанные, трубные, вибрационные трубные, планетарные, кольцевые стирающие, дезинтегратор, атриттор, линейный индукционный вращатель и др.). Энергетический принцип классификации аппаратов. Влияние способа разрушения на физико-химическое состояние кристаллических веществ с близкими величинами удельной поверхности при измельчении в аппаратах различных типов (на примере кварцевого песка). Факторы, влияющие на эффективность механического воздействия в различных мельницах (работы Ходакова и Хеегна).

##### 1.3. Прямые и косвенные методы исследования активированных минералов.

Прямые методы исследования активированных твердых веществ: прямые (калориметрические измерения, РФА, ДТА, ЭПР, ИК-, мессбауэровская спектроскопия и др.). Косвенные методы исследования активированных твердых веществ (кинетика взаимодействия исходных и активированных при различных режимах механической обработки твердых тел с реагентами).

#### **Раздел 2. Применение механической активации в процессах разложения минералов и выщелачивания твердой фазы.**

##### 2.1 Применение механической активации в процессах разложения цирконового концентрата.

Влияние режимов «сухого» и «мокрого» измельчения (активации) в центробежной планетарной мельнице (ЦПМ) шихты цирконового концентрата с карбонатом кальция на степень разложения циркона при спекании.

Влияние предварительной механической активации цирконового концентрата на разложение его спеканием с гексафторосиликатом калия.

##### 2.2 Применение механической активации в процессах сульфатизации редкометалльного сырья.

Влияние типа активатора (ЭИ-2, АГО-2) на структурные изменения бадделеита и его реакционную способность при сульфатизации. Интенсификация процесса.

Влияние условий МА в активаторе ЭИ-2 на повышение реакционной способности тантало-ниобатов (пироклор, танталит, колумбит, воджинит) в процессе их сульфатизации.

Влияние МА на реакционную способность слоистых силикатов (на примере лепидолита) при сульфатизации.

2.3. Применение механической активации в процессах выщелачивания редкометалльного сырья.

Влияние МА на реакционную способность по отношению к минеральным кислотам цирконосиликатов с разным типом кристаллической структуры (на примере островного силиката циркона и слоистого цирконосиликата эвдиалита).

Влияние типа аппарата и условий МА на кристаллическую структуру берилла его и реакционную способность по отношению к серной кислоте и вольфрамито-шеелитовых концентратов при автоклавно-содовом выщелачивании.

Сольвометаллургические варианты переработки механоактивированного редкометалльного минерального и техногенного сырья (эвдиалит, колумбит, отработанные катализаторы).

### Раздел 3. Механохимические реакции в неорганических системах.

Механохимические (МХ) методы переработки редкометалльного сырья (извлечение РЗЭ из бастнезита; вольфрама из механохимически модифицированного вольфрамита; извлечение компонентов иттрий-алюминиевого граната из отходов производства). Механохимический синтез соединений редких металлов.

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зач.ед.	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,44	16
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,8
<b>Вид контроля: зачет</b>		+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зач.ед.	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,85
<b>Вид контроля : зачет</b>		+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Математическое моделирование экстракционных равновесий»**

**1. Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний по основам математического моделирования экстракционных процессов с использованием современных представлений о термодинамике химической системы, а также о физико-химии экстракционных процессов, базирующейся на современных теориях растворов и последних достижениях физической химии по определению и расчету термодинамической активности компонентов.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3).

*Знать:*

- термодинамику водных растворов электролитов и неводных растворов экстракционных систем;
- методы определения термодинамических параметров экстракционных систем;
- методы определения состава экстрагируемых соединений;
- основные механизмы экстракционных процессов и описывающие их ЗДМ уравнения;
- методы расчета свойств экстракционной системы на основе параметров математического моделирования экстракционных равновесий;
- программное обеспечение для расчета термодинамических характеристик растворов электролитов и математического моделирования экстракционных равновесий в системах с редкими металлами.;
- процедуру использования полученных расчетным путем параметров экстракционной системы для технологических расчетов в производственных экстракционных процессах;

*Уметь:*

- осуществлять поиск информации по методам моделирования экстракционных равновесий;
- применять полученные знания для моделирования экстракционных равновесий в изучаемых экстракционных системах, проводить анализ и обработку полученных экспериментальных данных с приборов, оборудования и экспериментальных установок;
- проводить необходимые физико-химические расчеты с использованием математического аппарата, заложенного в программное обеспечение
- применять данные математического моделирования экстракционных равновесий с редкими, рассеянными и радиоактивными элементами для совершенствования их экстракционной технологии;

*Владеть:*

- навыками поиска и нахождения научно-технической информации в области химии, физической химии, технологии и инженерного обеспечения экстракции редких металлов;
- навыками работы с программным обеспечением для математического моделирования экстракционных равновесий в системах с редкими металлами;
- навыками анализа результатов моделирования, на основании которого проводится определение состава наиболее вероятных экстрагируемых соединений;

- навыками анализа основных технических и технологических решений при описании известных и разработке новых экстракционных равновесий в системах с редкими металлами.

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

#### **Введение.**

Общие сведения. Экстракция в технологии редких и радиоактивных элементов. Необходимость математического моделирования экстракционных равновесий для радиоактивных элементов.

#### **Раздел 1. Термодинамика экстракции.**

##### Фазовые и химические равновесия.

Правило фаз. Константа распределения. Константа экстракции. Термодинамическая активность. Коэффициент активности. Уравнение Дебая-Хюккеля и его приближения. Термодинамическая и концентрационная константа экстракции.

##### 1.2. Термодинамика водных и неводных растворов электролитов.

Термодинамическая активность электролитов в водных растворах. Бинарные растворы. Осмотический коэффициент. Многокомпонентные растворы. Уравнение Гиббса-Дюгема. Правило Микулина. Теория изоэстических растворов Фролова.

Отклонения от идеальности в неводных растворах. Регулярные растворы. Решеточные растворы. Эмпирические параметры полярности растворителей.. Ассоциация в органической фазе. Гидратация компонентов в органической фазе. Концентрационные коэффициенты активности. Влияние гидратации на коэффициенты активности.

##### 1.3. Определение состава соединений в органической фазе.

Сольватные числа. Метод насыщения. Криоскопический метод. Метод сдвига равновесия. Метод изомолярных серий. Степень гидратации. Расчет линейных и нелинейных изотерм гидратации и соответствующих им степеней гидратации.

#### **Раздел 2. Математическое моделирование изотерм экстракции.**

##### 2.1. Физическое распределение.

Уравнение ЗДМ для термодинамической константы распределения. Вывод уравнения ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы. Расчет термодинамической и концентрационной констант распределения для экстракции по механизму физического распределения.

##### 2.2. Экстракция по механизмам присоединения, анионного и катионного обмена. Экстракция нескольких соединений по различным механизмам.

Экстракция по механизмам присоединения. Сольватный и гидратно-сольватный механизмы экстракции. Уравнения ЗДМ для термодинамической константы экстракции по механизмам присоединения. Вывод уравнений ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы для экстракции по механизмам присоединения.

Экстракция по механизмам анионного и катионного обмена.. Анионообменный механизм экстракции. Уравнение ЗДМ для термодинамической константы анионообменной экстракции. Вывод уравнения ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы для экстракции по механизму анионного обмена. Катионообменный механизм экстракции. Уравнение ЗДМ для термодинамической константы катионообменной экстракции. Вывод уравнения ЗДМ с учетом гидратации компонентов органической фазы для экстракции по механизму катионного обмена.

Экстракция нескольких соединений по различным механизмам. Физико-химический анализ экстракционных систем при экстракции нескольких соединений распределяемого компонента. Уравнения ЗДМ для экстракции нескольких соединений по различным механизмам.

##### 2.3. Синергетная экстракция редких, рассеянных и радиоактивных металлов смесями двух экстрагентов.

Механизмы синергетной экстракции. Уравнения ЗДМ для термодинамической константы синергетной экстракции одного компонента смесью двух экстрагентов. Вывод

системы уравнений для расчета термодинамических констант синергетной экстракции соединений различного состава одного распределяемого компонента в смеси двух экстрагентов с учетом гидратации компонентов органической фазы.

### Раздел 3. Программное обеспечение для математического моделирования экстракционных равновесий

Программное обеспечение для расчета коэффициентов активности компонентов бинарных растворов и активности воды «APREL».

Программное обеспечение для расчета плотности многокомпонентных водных растворов электролитов по данным об их бинарных растворах «ПЛОТНОСТЬ».

Программное обеспечение для расчета коэффициентов активности электролитов в многокомпонентных смешанных водных растворах и активности воды на основе закона Здановского, программа «ZDAN».

Программное обеспечение для моделирования изотермы экстракции одного распределяемого компонента в органический раствор одного экстрагента «EXTREQ».

Программное обеспечение для моделирования изотермы экстракции одного распределяемого компонента в органический раствор смеси двух экстрагентов «EXTREQ-2».

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зач.ед.	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,44	16
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,8
<b>Вид контроля: зачет</b>		+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зач.ед.	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,85
<b>Вид контроля : зачет</b>		+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Сорбционные процессы в технологии редких элементов»

1. Цель дисциплины – сформировать у будущего специалиста достаточно полное представление о сорбционных процессах производств редких элементов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:



*Обладать* следующими компетенциями:

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3).

*Знать:*

- сорбционные процессы, используемые для проведения гидрометаллургических производств материалов современной энергетики;
- принципы выбора сорбента для конкретного технологического процесса;

*Уметь:*

- осуществить выбор селективного сорбента для конкретного технологического процесса в технологии редких элементов;
- определить равновесные, кинетические и динамические характеристики сорбента, используемого для извлечения, концентрирования и разделения редких элементов;

*Владеть:*

- навыками использования инженерных методов расчета типовых сорбционных процессов, используемых в технологии редких элементов;
- навыками выбора сорбента и его характеристик, необходимых для составления исходных данных при проектировании сорбционных процессов.

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

#### **Раздел 1. Сорбционные процессы в гидрометаллургии редких элементов, переработке ОЯТ и очистке радиоактивных отходов**

Место сорбционных процессов в гидрометаллургии редких элементов. Сорбция из урановых растворов и пульп. Сорбция благородных металлов на активированных углях и синтетических ионообменниках. Разделение редкоземельных металлов. Сорбция в технологии переработки отработавшего топлива. Сорбционная очистка радиоактивных отходов.

#### **Раздел 2. Получение и свойства сорбентов**

##### 2.1. Основные типы сорбентов. Классификация сорбентов. Активированные угли.

Получение активированных углей. Типы и свойства активированных углей. Применение углей в технологии редких элементов. Регенерация активированных углей.

##### 2.2. Волокнистые иониты.

Основные типы волокнистых ионитов. Получение волокон. Свойства ионообменных волокон. Углеродные волокна. Модифицирование углеродных волокон. Основные области применения в технологии редких элементов.

##### 2.3. Иониты. Минеральные иониты. Синтетические неорганические иониты.

##### СМОЛЫ.

Катиониты, аниониты. Амфотерные иониты. Специфические сорбенты. Иониты 1 и 2 рода. Типы фиксированных групп в ионитах. Обменная емкость ионитов. Методы определения. Значения  $pK$  активных групп в ионитах. Пористость, влагоемкость, набухаемость ионитов. Методы синтеза ионитов. Полимеризация и поликонденсация мономеров, содержащих ионогенные группы. Основные типы отечественных и зарубежных ионитов, их строение. Методы исследования структуры ионитов.

#### **Раздел 3. Теоретические основы ионообменных процессов**

##### 3.1. Ионообменное равновесие.

Ионный обмен как мембранное равновесие. Ионный обмен как гетерогенная химическая реакция. Эквивалентность ионного обмена. Изотерма сорбции. Коэффициенты распределения. Коэффициенты разделения. Константы равновесия. Термодинамическая константа ионного обмена. Уравнение Никольского. Концентрационная и кажущаяся константы ионного обмена. Доннановский потенциал. Селективность и специфичность ионитов. Ряды селективности. Расчет ионообменных равновесий.

### 3.2. Кинетика ионообменных процессов.

Ионный обмен с точки зрения кинетики гетерогенных процессов. Диффузионный поток и движущие силы диффузии. Стадии, определяющие скорость ионного обмена. Внешнедиффузионная кинетика. Кинетика диффузии внутри зерна ионита (гелевая кинетика). Химическая кинетика при ионном обмене. Методы распознавания лимитирующей стадии кинетики. Уравнения, описывающие гелевую, внешнедиффузионную и смешанную кинетику. Экспериментальные исследования кинетики. Расчет коэффициентов диффузии ионов в ионитах. Модели псевдопервого и псевдвторого порядка.

### 3.3. Динамика сорбции.

Емкость до проскока. Динамическая обменная емкость. Методы определения степени использования ионита. Выходные кривые при ионном обмене в колонках. Ионообменная хроматография. Фронтальный, вытеснительный и элюентный метод в хроматографии. Уравнение Шилова. Время защитного действия.

### 3.4. Регенерация ионитов.

Десорбция и регенерация ионитов. Типы десорбционных процессов. Отравление ионитов. Методы регенерации ионитов.

### 3.5. Технологические аспекты сорбции редких элементов.

Анализ сорбционных характеристик и выбор сорбента для конкретного процесса извлечения редкого элемента. Ознакомление с испытательными стендами по сорбции редких элементов.

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зач.ед.	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,44	16
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	0,89	32
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,8
<b>Вид контроля: зачет</b>		+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	

Виды учебной работы	10 семестр	
	В зач.ед.	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,67</b>	<b>72</b>
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,85
<b>Вид контроля : зачет</b>		+
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Моделирование химико-технологических процессов в технологии материалов**  
**современной энергетики»**

**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 студентами всех специальностей.

**2. В результате освоения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);
- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);
- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);
- готовностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способность формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);
- способностью к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16);
- способностью к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);
- способностью к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);
- способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);
- способностью использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).

*Знать*

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

- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;

*Уметь*

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

*Владеть*

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

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

#### Тема 1. Основные понятия.

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

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

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

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

Тема 1.3. Регрессионный и корреляционный анализ для построения эмпирических моделей на основе данных пассивного эксперимента. Понятия функции отклика и факторов. Основные допущения регрессионного и корреляционного анализа. Критерии проверки однородности дисперсий. Выбор вида уравнений регрессии, а также

определение коэффициентов регрессии и их значимости с использованием критерия Стьюдента. Процедура исключения незначимых коэффициентов регрессии. Определение адекватности регрессионных моделей с помощью критерия Фишера.

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

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

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

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

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

Тема 2.2 Составление систем уравнений математического описания процессов и разработка (выбор) алгоритмов их решения. Блочный принцип построения структурных математических моделей. Обобщенное описание движения потоков фаз в аппаратах с помощью гидродинамических моделей, учитывающих сосредоточенные и распределенные источники вещества и энергии (теплоты). Локальные интенсивности источников вещества и теплоты в потоках, соответствующие различным физико-химическим процессам. Основные типы уравнений математического описания химико-технологических процессов – конечные, обыкновенные дифференциальные и дифференциальные уравнения в частных производных.

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

уравнений. Определения шага интегрирования итерационным методом. Методов Крэнка-Никольсона (метод трапеций).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Тема 3.2 Алгоритмы одномерной и многомерной оптимизации. Методы сканирования, локализации экстремума, золотого сечения и чисел Фибоначи в случае одномерной оптимизации. Методы многомерной оптимизации нулевого, первого и второго порядков. Симплексные, случайные и градиентные методы многомерной оптимизации. Метод штрафных функций.

#### **Заключение.**

А. Применение компьютерных моделей ХТП при проектировании химических производств – в САПР. Задачи систем автоматизированного проектирования (САПР) и структура систем компьютерного проектирования. Информационное и математическое обеспечение САПР. Автоматизированное проектирование с применением компьютерных моделей ХТП.

Б. Применение компьютерных моделей ХТП при управлении технологическими процессами – в АСУТП. Компьютерное моделирование ХТП в режиме реального времени. Системы прямого цифрового (компьютерного) управления технологическими процессами. Особенности реализации компьютерных моделей ХТП в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП).

## **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Всего		5 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	16	0,44	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,4	1,67	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6		59,6
<b>Виды контроля:</b>				
<b>Вид контроля из УП (зачет с оценкой)</b>				
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>	

Вид учебной работы	Всего		5 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	12	0,44	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,3	1,67	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44,7		44,7
<b>Виды контроля:</b>				
<i>Вид контроля из УП (зач с оц.)</i>				
<b>Вид итогового контроля:</b>				<b>Зачет с оценкой</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Материаловедение в технологии современной энергетики»**

**1. Цели дисциплины** – приобретение студентами знаний о строении и свойствах современных промышленных материалов, в частности, материалов, используемых в современной энергетике и технологиях материалов ядерного топливного цикла.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4).

*Знать:*

- основные типы и принципы классификации основных промышленных материалов, используемых, в частности, в современной энергетике и технологиях материалов ядерного топливного цикла;
- состав, структуру и свойства основных промышленных материалов, используемых, в частности, в современной энергетике и технологиях материалов ядерного топливного цикла;
- характеристики основных промышленных материалов, используемых, в частности, в современной энергетике и технологиях материалов ядерного топливного цикла;
- принятую в Российской Федерации маркировку основных промышленных материалов, используемых, в частности, в атомной энергетике;
- взаимосвязь между структурой, свойствами и условиями эксплуатации основных промышленных материалов, используемых, в частности, в современной энергетике и технологиях материалов ядерного топливного цикла;

*Уметь:*

- управлять свойствами основных промышленных материалов, используемых, в частности, в современной энергетике и технологиях материалов ядерного топливного цикла;
- выбирать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками для заданных условий эксплуатации;



- определять основные свойства промышленных материалов, используемых, в частности, в современной энергетике и технологиях материалов ядерного топливного цикла;
- прогнозировать работоспособность промышленных материалов, используемых, в частности, в современной энергетике и технологиях материалов ядерного топливного цикла;

*Владеть:*

- методами определения свойств основных промышленных материалов, используемых, в частности, в современной энергетике и технологиях материалов ядерного топливного цикла;
- данными для принятия конкретных технических решений при разработке технологических процессов с точки зрения технико-экономической эффективности.

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

#### **Введение**

Материаловедение как наука: цели, задачи и значение дисциплины. Общие требования, предъявляемые к материалам в зависимости от условий использования или эксплуатации. Развитие науки о материалах. 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.

#### **Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения**

Основные понятия о строении, структуре и свойствах материалов. Методы изучения структуры и свойств материалов.

Строение материалов. Основные типы кристаллических решеток. Классификация кристаллов по типам связи. Анизотропия свойств кристаллов. 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.

### **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.

Влияние облучения на структуру, механические свойства и коррозионную стойкость материалов. Радиационностойкие стали и сплавы.

### **Раздел 4. Неметаллические материалы**

Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров. Терморезистивные и термопластичные полимеры. Строение и свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс. Газонаполненные пластмассы.

Особенности строения, свойства резиновых материалов. Резины общего назначения, специальные резины и области их применения.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Основные виды ЛКМ. Краски, лаки, грунтовка, шпатлевка.

Керамические материалы. Конструкционная, инструментальная и техническая керамика. Неорганическое стекло. Классификация стекол по назначению и области применения. Ситаллы. Графит. Асбест. Свойства и области применения.

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-упроченные 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. Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов. Экологические и экономические аспекты материаловедения и защиты материалов от коррозии..

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		5 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>	<b>1,33</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	16	0,44	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>	<b>1,67</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,4	1,67	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6		59,6
<b>Виды контроля:</b>				
<b>Вид контроля из УП (зачет с оценкой)</b>				
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>	

Вид учебной работы	Всего		5 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>	<b>1,33</b>	<b>36</b>
Лекции	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	12	0,44	12
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>	<b>1,67</b>	<b>45</b>
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,3	1,67	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44,7		44,7
<b>Виды контроля:</b>				
<b>Вид контроля из УП (зач с оц.)</b>				
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>	

#### 4.5. Практики

Аннотация рабочей программы Учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков

**1. Цель учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков** – ознакомление обучающихся с методологическими основами организации образовательного процесса по профилю изучаемой программы специалитета на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе РХТУ им. Д.И. Менделеева, с основными направлениями научно-исследовательской работы кафедры в области химической технологии материалов современной энергетики, в том числе – в области технологии редкометалльного сырья, основными процессами выделения, очистки и концентрирования редких и рассеянных элементов, получение первичных профессиональных умений и навыков путём самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

**2. В результате прохождения учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков обучающийся по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовностью свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способность в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5);
- способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10);
- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);
- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);

***Знать:***

- порядок проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы специалитета
- порядок проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных физико-химических методов анализа;
- правила техники безопасности и производственной санитарии;

***Уметь:***

- использовать современные приборы и методики по профилю программы, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;

***Владеть:***

- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы;
- способностью на практике использовать умения и навыки в проведении химических и физико-химических анализов с использованием современной аппаратуры;
- навыками написания отчёта по практике по получению первичных профессиональных умений и навыков.

**3. Краткое содержание учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков**

**Раздел 1. Введение. История и современная деятельность кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе.** Цели и задачи практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, ознакомление с историей кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, профессорско-преподавательским составом, направлениями и организацией научных исследований на кафедре, специальной терминологией (гlossарием) в технологии редких элементов, техникой и оборудованием для проведения лабораторных работ, проверка ключевых понятий химии, химической номенклатуры.

**Раздел 2. Ознакомительные экскурсии на предприятия и в организации, деятельность которых связана с профилем изучаемой программы специалитета** (2 экскурсии), такие как: Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» – Институт химических реактивов и особо чистых химических веществ (ИРЭФ) (НИЦ «Курчатовский институт – ИРЭФ»), г. Москва; «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского (ФГУП «ВИМС»), г. Москва; ООО

«ЛИТ» ГК «СКАЙГРАД», «Лаборатория инновационных технологий», г. Королев, Московская обл. и др.). Перечень предприятий может уточняться.

**Раздел 3. Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности и оборудованием в лабораториях кафедры.** Ознакомление с основными процессами в технологии редких элементов. Практика в лабораториях кафедры (процессы измельчения, механоактивации, выщелачивания, жидкостной экстракции, ионного обмена).

**Раздел 4. Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности ЦКП, ИБЦ, Музеем истории РХТУ им. Д.И. Менделеева.** Принципы, формы и методы организации аналитических работ в Центре коллективного пользования (ЦКП) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

**Раздел 5. Оформление отчета о прохождении практики.** Выполнение индивидуального задания (в виде реферата в случае ДОТ). Обработка и систематизация собранного при прохождении практики практического и информационного материала. Оформление отчета (в случае ДОТ включает реферат).

**4. Объем учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков**

Виды учебной работы	6 семестр	
	зачет. единиц	академ. часов
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,22</b>	<b>44</b>
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,4
Самостоятельное изучение разделов практики		25,6
Написание отчёта		18
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет с оценкой:</b>	

Виды учебной работы	6 семестр	
	Зачет. единиц	астроном. часов
<b>Общая трудоёмкость практики по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	48
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,22</b>	<b>33</b>
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		19,2
Написание отчёта		13,5
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>	

#### **Аннотация рабочей программы Производственной практики: научно-исследовательской работы**

**1. Цель производственной практики: научно-исследовательской работы (НИР)** – формирование необходимых компетенций и приобретения навыков для осуществления научно-исследовательской деятельности по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности, овладения методологией и методами обработки результатов научных исследований.

**2. В результате прохождения производственной практики: научно-исследовательской работы** обучающийся по программе специалитета должен обладать следующими компетенциями:

- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-4);
- способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10);
- готовностью критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-11);
- пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13);
- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);
- способностью использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3);
- способностью проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);
- способностью обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);
- готовностью использовать действующие российские «Нормы радиационной безопасности» и другие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);
- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);
- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);
- готовностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчётов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);
- способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);
- способность осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК 1.2).

*Знать:*

- подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- принципы организации проведения экспериментов и испытаний;
- принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.

*Уметь:*

- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой НИР;
- выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний;
- анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению.

*Владеть:*

- приемами разработки планов и программ проведения научных исследований, технических разработок, заданий для исполнителей.
- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;
- навыками критического анализа научно-технической литературы, разработки и формулирования собственных методологических подходов к решению научных проблем.

*Подготовить и представить к защите* научно-исследовательскую работу (НИР), выполненную на современном уровне развития науки и техники и соответствующую выбранной специальности и специализации. В представленной к защите НИР должны получить развитие знания и навыки, полученные обучающимся при освоении программы специалитета, в том числе при изучении специальных дисциплин. Представленная к защите НИР должна содержать основные теоретические положения, экспериментальные результаты, практические достижения и выводы из работы.

### **3. Краткое содержание производственной практики: научно-исследовательской работы**

#### **Раздел 1. Подготовка аналитического обзора и обоснование методик эксперимента.**

Составление плана научно-исследовательской работы: литературный обзор по теме НИР, теоретическая часть исследования, практическая часть исследования. Постановка цели и задач исследования. Объект и предмет исследования. Цели и задачи исследования. Проведение анализ информации по теме НИР и составление аналитического отчета. Методики проведения экспериментальных исследований. Методики обработки результатов экспериментов и их анализа.

#### **Раздел 2. Выполнение научных исследований и обработка экспериментальных данных.**

Составление плана экспериментов. Выполнение научных исследований для получения практических результатов. Обработка экспериментальных данных, интерпретация и обобщение результатов исследования.

#### **Раздел 3. Написание отчета и подготовка научного доклада и презентации.**

Подготовка и написание отчета. Подготовка текстовых, графических и мультимедийных материалов для научного доклада. Подготовка презентации доклада по теме научно-исследовательской работы.

#### 4. Объем производственной практики: научно-исследовательской работы

Виды учебной работы	Всего		8 семестр		9 семестр		10 семестр	
	Зачет. ед.	Акад. час.	Зачет. ед.	Акад. час.	Зачет. ед.	Акад. час.	Зачет. ед.	Акад. час.
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>18</b>	<b>648</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>9,3</b>	<b>334</b>	<b>1,8</b>	<b>64</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>4,5</b>	<b>162</b>
Лабораторные работы (ЛР)	9,3	334	1,8	64	3	108	4,5	162
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>8,7</b>	<b>314</b>	<b>1,2</b>	<b>44</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>4,5</b>	<b>162</b>
Контактная самостоятельная работа	8,7	1,2	1,2	0,4	3	0,4	4,5	0,4
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР		312,8		43,6		107,6		161,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>		<b>зачет с оценкой</b>		<b>зачет с оценкой</b>		<b>зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	Всего		8 семестр		9 семестр		10 семестр	
	Зачет. ед.	Астр. час.	Зачет. ед.	Астр. час.	Зачет. ед.	Астр. час.	Зачет. ед.	Астр. час.
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>18</b>	<b>468</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия</b>	<b>9,3</b>	<b>250,5</b>	<b>1,8</b>	<b>48</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>4,5</b>	<b>121,5</b>
Лабораторные работы (ЛР)	9,3	250,5	1,8	48	3	81	4,5	121,5
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>8,7</b>	<b>235,5</b>	<b>1,2</b>	<b>33</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>4,5</b>	<b>121,5</b>
Контактная самостоятельная работа	8,7	0,9	1,2	0,3	3	0,3	4,5	0,3
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР		234,6		32,7		80,7		121,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>		<b>зачет с оценкой</b>		<b>зачет с оценкой</b>		<b>зачет с оценкой</b>	



## **Аннотация рабочей программы Производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности**

**1. Цель производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности** – практическое ознакомление и изучение установок и оборудования для осуществления гидро- и пирометаллургических процессов получения редких элементов и наноматериалов на их основе, устройства основного технологического оборудования, структуры организации работы подразделения в составе предприятия.

**2. В результате прохождения производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности обучающийся по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовностью свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5).
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);
- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);
- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);
- готовностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);
- способностью к организации работы подчиненных (ПК-13);
- способность к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);
- способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);
- способностью к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16)
- способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17);

- способностью к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);
- способностью использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);
- способностью осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК 1.2).

*Знать:*

- технологические процессы, принципиальную технологическую схему производства и основное технологическое оборудование, используемые для извлечения редких элементов гидро- и пирометаллургическими методами;
- организационную структуру предприятий по производству редких элементов и продукции на их основе;
- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса, исходного сырья и качества продукции;
- основные нормативные документы по стандартизации и сертификации редкометалльной продукции;
- правила техники безопасности, экологии и производственной санитарии;

*Уметь:*

- принимать конкретные технические решения при осуществлении технологического процесса, выбирать технические средства для контроля и регулировки технологических параметров;
- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности.

*Владеть:*

- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса;
- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.

### **3. Краткое содержание производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности**

#### **Раздел 1. Ознакомление и изучение экспериментальной установки получения концентрата редких элементов.**

Изучение установки получения концентрата редких элементов. Задачи установки. Схема установки. Принцип работы установки. Состав установки. Параметры установки. Методы анализа редких элементов в концентрате. Выполнение индивидуального задания.

#### **Раздел 2. Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на опытно-промышленной установке для гидрометаллургического процесса.**

Технологическая схема и описание установки. Режим работы установки. Параметры установки. Вспомогательное оборудование. Оборудование контроля. Персонал установки.

Выполнение индивидуального задания.

#### **Раздел 3. Изучение основных узлов, схем и технологических параметров работы экспериментального стенда по получению полупродукта редких элементов.**

Принципиальная схема стенда. Назначение основных узлов. Анализ редких элементов в полупродукте. Параметры работы установки. Выполнение индивидуального задания.

#### **Раздел 4. Систематизация материала, подготовка отчета о прохождении практики**

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 о прохождении практики.

#### **4. Объем производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности**

Виды учебной работы	10 семестр	
	Зачет. единиц	Академ. часов
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>3,0</b>	<b>108</b>
Контактная самостоятельная работа	2,5	0,4
Самостоятельное изучение разделов практики		89,6
Написание отчёта	0,5	18
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	10 семестр	
	Зачет. единиц	Астрон.. часов
<b>Общая трудоёмкость практики по учебному плану</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>3,0</b>	<b>81</b>
Контактная самостоятельная работа	2,5	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		67,2
Написание отчёта	0,5	13.5
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет с оценкой</b>	

#### **Аннотация рабочей программы Преддипломной практики**

**1. Цель преддипломной практики** – выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР).

**2. В результате прохождения преддипломной практики обучающийся по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);

- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);
- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);
- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);
- готовностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);
- способностью к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);
- способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);
- способностью осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПКС-1.2).

*Знать:*

- основы организации и методологию научных исследований;
- современные научные концепции в области химической технологии материалов ядерного топливного цикла;
- структуру и методы управления современным производством материалов ЯТЦ.
- принципы и методы выполнения экспериментов и испытаний по теме выпускной квалификационной работы;

*Уметь:*

- работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом;
- обрабатывать, анализировать полученные экспериментальные данные;
- оформлять результаты научных исследований;
- использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий производств материалов ЯТЦ..

*Владеть:*

- приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований.
- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования публикаций;
- методами проектирования основных и вспомогательных цехов производства материалов ЯТЦ, способами расчета технологического оборудования.

### **3. Краткое содержание преддипломной практики**

#### **Раздел 1. Проведение научных исследований по тематике выпускной квалификационной работы**

Определение целей и задач преддипломной практики. Составление и согласование плана выполнения ВКР, контрольных точек, вида и объема представляемого к каждой

контрольной точке материала. Организационно-методические мероприятия. Сбор и анализ научно-технической информации по теме ВКР.

При выполнении ВКР в форме научно-исследовательской работы проводится сбор и анализ литературных и научно-информационных источников по теме ВКР, отработка методик и выполнение экспериментальных исследований, обработка и систематизация полученного материала.

В случае выполнения ВКР в форме проектной расчетно-графической работы (РГР) при прохождении преддипломной практики проводится сбор, анализ, систематизация необходимой для выполнения РГР информации по функционированию технологических линий производства материалов ЯТЦ, подбор и согласование работы основного и вспомогательного технологического оборудования.

Оформление отчёта по преддипломной практике проводится в виде аналитического обзора по теме ВКР.

#### 4. Объем преддипломной практики

Виды учебной работы	11 семестр	
	Зачет. единиц	Академ. часов
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>24,0</b>	<b>864</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>15,0</b>	<b>540</b>
Лабораторные работы	15,0	540
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>9,0</b>	<b>324</b>
Контактная самостоятельная работа	9,0	0,4
Самостоятельное изучение разделов практики		323,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	11 семестр	
	Зачет. единиц	Астрон. часов
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>24,0</b>	<b>648</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>15,0</b>	<b>405</b>
Лабораторные работы	15,0	405
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>9,0</b>	<b>243</b>
Контактная самостоятельная работа	9,0	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		242,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>	

#### 4.6. Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

1. **Цель государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

**2. В результате прохождения государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты у обучающегося проверяется сформированность следующих компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности.**

Выпускник, освоивший программу специалитета, должен *обладать* следующими компетенциями:

**общекультурными компетенциями:**

- способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1);
- способностью к анализу социально-значимых процессов и явлений, к ответственному участию в политической жизни (ОК-2);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции, способности интегрироваться в современное общество (ОК-3);
- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);
- готовностью свободно пользоваться литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, способностью в письменной и устной речи правильно (логично) оформить результаты мышления (ОК-5);
- способностью к профессиональному общению на иностранном языке, к получению информации из зарубежных источников (ОК-6);
- способностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-7);
- способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность (ОК-8);
- способностью использовать нормативные правовые акты в своей профессиональной деятельности, способностью и готовностью к соблюдению прав и обязанностей гражданина (ОК-9);
- способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10);
- готовностью критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-11);
- способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-12);
- пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации (ОК-13);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для укрепления здоровья и достижения должного уровня полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-14).

**общепрофессиональными компетенциями:**

- способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);

- способностью использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3);
- способностью работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ОПК-4);
- пониманием значения информации в современном мире, способностью решать задачи профессиональной деятельности с применением информационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-5).

**профессиональными компетенциями:**

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-3);
- способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды (ПК-4);
- способностью к анализу систем автоматизации производства и разработке мероприятий по их совершенствованию (ПК-5);
- способностью проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные (ПК-6);
- способностью обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-7);
- готовностью использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности (ПК-8);
- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9);
- способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10);
- готовностью использовать методы оценки риска и разрабатывать меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий обращения с объектами профессиональной деятельности (ПК-11);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12);
- способностью к организации работы подчиненных (ПК-13);
- способностью к оценке последствий принимаемых организационно-управленческих решений и их оптимизации (ПК-14);
- способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15);

- способностью к использованию современных систем управления качеством применительно к конкретным условиям производства на основе международных стандартов (ПК-16);
- способностью к составлению и анализу бизнес-планов разработки и внедрения новых технологических процессов, обращения с объектами профессиональной деятельности, выпуска и реализации конкурентно способной продукции (ПК-17);
- способностью к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства (ПК-18);
- способностью к проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений (ПК-19);
- способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20);
- способностью использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).

**профессионально-специализированными компетенциями:**

- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПСК-1.1);
- способностью осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО (ПСК-1.2);

*Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химической технологии материалов современной энергетики;
- методы синтеза и исследования физико-химических, физико-механических свойств материалов современной энергетики;
- современные научные тенденции развития в области химической технологии материалов современной энергетики;
- основные технологические процессы эффективного и безопасного получения материалов современной энергетики.

*Уметь:*

- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования с использованием современных приборов, анализировать и интерпретировать полученные результаты, подготавливать отчеты и публикации о результатах исследований;
- осуществлять поиск и анализ научно-технической информации в области химической технологии материалов современной энергетики с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований;
- применять знания по химии и технологии материалов современной энергетики и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых материалов современной энергетики;

*Владеть:*

- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;



- навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований; современными методами исследования и анализа материалов современной энергетики;
- навыками проведения исследований материалов современной энергетики, их испытаний и контроля параметров технологических процессов их получения;
- навыками выполнения инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений.

### **3. Краткое содержание государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты**

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты проходит в 11 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) и присвоения квалификации «инженер».

### **4. Объем государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты**

Программа относится к базовой части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 11 семестре (6 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии материалов современной энергетики.

Виды учебной работы	Всего в 11 семестре		
	Зач. ед.	Акад. час.	Астрон. час.
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
Контактная работа – итоговая аттестация	6	0,67	0,50
Выполнение, написание и оформление ВКР		215,33	161,50
<b>Вид контроля:</b>	<b>защита ВКР</b>		

## **4.7 Факультативы**

### **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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью использовать нормативные правовые акты в своей профессиональной деятельности, способностью и готовностью соблюдения прав и обязанностей гражданина (ОК-9);
- способностью обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения (ПК-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**

1. Опасности природного характера. Стихийные бедствия, явления природы разрушительной силы - землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержение вулканов, обвалы, засухи, ураганы, бури, пожары.

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.

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.

4. Пожарная безопасность – состояние защищенности населения, имущества, общества и государства от пожаров. Пожарная опасность (причины возникновения пожаров в зданиях, лесные пожары). Локализация и тушение пожаров. Простейшие технические средства пожаротушения (огнетушители ОП -8, ОУ-2) и правила пользования ими.

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-7В, 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, КИХ-4М, КИХ-5М) 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.

6. Оказание первой медицинской помощи при ожогах, ранениях, заражении. Проведение частичной санитарной обработки кожных покровов человека при выходе из зон радиоактивного, химического и биологического заражения (загрязнения), из зон пожаров.

7. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации. Радиационная и химическая разведка очага поражения (заражения). Аварийно-спасательные работы. Специальная обработка техники, местности, объектов (деактивация, дегазация, дезинфекция, дезинсекция).

8. 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	1 семестр	
	В зачетных единицах	В акад. часах
Общая трудоемкость дисциплины	<b>1</b>	<b>36</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>
Лекции	0,44	16
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,56</b>	<b>20</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,56	19,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет</b>	

Вид учебной работы	1 семестр	
	В зачетных единицах	В астр. часах
Общая трудоемкость дисциплины	<b>1</b>	<b>27</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,44</b>	<b>12</b>
Лекции	0,44	12
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,56</b>	<b>15</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,56	14,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачет</b>	

## **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 по программе специалитета должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к профессиональному общению на иностранном языке, к получению информации из зарубежных источников (ОК-6);
- способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способностью формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-12).

*Знать:*

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

*уметь:*

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

*владеть:*

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

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

#### **Раздел 1. Основные лексические и стилистические закономерности перевода научно-технической литературы**

1.1 Лексические закономерности научно-технического перевода. Смысловый анализ научно-технического текста и его сегментация. Стилистические особенности научно-технических текстов. Преодоление трудностей, связанных с расхождением синтаксических структур иностранного и русского технических текстов.

1.2 Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод слов, установление значения слова. Перевод свободных и фразеологических словосочетаний. Перевод заголовков текстов и статей

1.3 Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Химическая лаборатория» «Измерения в химии».

1.4. Лексические трансформации при переводе текстов по тематике химии и химической технологии.

## **Раздел 2. Основные грамматические особенности перевода.**

2.1. Особенности перевода предложений во времена Indefinite, Continuous., Perfect, Perfect Continuous на примере перевода текстов по тематике химической технологии Перевод придаточных предложений.

2.2. Методы и приемы перевода страдательного залога на примере перевода текстов по теме "Технологии будущего".

2.3. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода условных предложений на примерах текстов по различным разделам химии и химической технологии.

2.4. Модальные глаголы и особенности их перевода на примере перевода текстов «Технология», «Промышленное оборудование»

## **Раздел 3. Особенности перевода предложений с неличными формами глагола**

3.1 Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий. Варианты перевода на русский язык.

3.2 Инфинитивные обороты. Оборот дополнение с инфинитивом. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

3.3 Перевод причастных оборотов. Абсолютный причастный оборот и варианты перевода. Развитие навыков перевода в сфере химии и химической технологии.

## **Раздел 4. Особенности реферативного перевода**

4.1. Алгоритм предпереводческой работы с научно-техническим текстом по химико-технологической тематике.

4.2. Алгоритм составления реферата по химико-технологической тематике (аннотации)

4.3. Алгоритм работы по реферативному переводу по химико-технологической тематике..

## **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.8</b>	<b>64</b>	<b>0.9</b>	<b>32</b>	<b>0.9</b>	<b>32</b>
Лекции	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1.8	64	0.9	32	0.9	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2.2</b>	<b>80</b>	<b>1.1</b>	<b>40</b>	<b>1.1</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа		0,4		0,2		0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2.2	79,6	1.1	39,8	1.1	39,8
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1.8</b>	<b>48</b>	<b>0.9</b>	<b>24</b>	<b>0.9</b>	<b>24</b>
Лекции	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1.8	48	0.9	24	0.9	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2.2</b>	<b>60</b>	<b>1.1</b>	<b>30</b>	<b>1.1</b>	<b>30</b>
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
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛИТЕТА

### 5.1. Требования к кадровому обеспечению

Кадровое обеспечение программы специалитета соответствует требованиям ФГОС ВО:

– реализация программы специалитета обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы специалитета на условиях гражданско-правового договора, квалификация которых соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования», утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. № 1н (зарегистрирован Министерством Юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., № 20237) и профессиональными стандартами (при наличии);

– доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет – должна составлять не менее 50 процентов от общего количества научно-педагогических работников университета;

– доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу специалитета, должна составлять не менее 70 процентов.

– доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу специалитета должна составлять не менее 70 процентов;

– доля работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с видом (видами) профессиональной деятельности, к которой готовится обучающийся, и (или) специализацией и (или) направленностью (профилем) реализуемой программы специалитета (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет) в общем числе работников, реализующих программу специалитета, должна быть не менее 5 процентов.

## **5.2. Материально-техническое обеспечение**

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 видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для обучающихся по программе специалитета, 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.

Материально-техническое обеспечение ООП специалитета по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»:

### **5.2.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

– *Оборудование в лаборатории «Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов»:*

1. Весы лабораторные ONAUS,
2. Весы техн. электронные 200/0,01,
3. Иономер И-500,
4. Спектрофотометр УФ-ВИД,
5. Сушильный шкаф СНОЛ,
6. Титратор автомат. АТП-01 с компьютером,
7. Фотометр пламенный РГР7 с компрессором,
8. Спектрофотометр СФ 2000,
9. Термостат жидкостной циркуляционный LOIP LT-116а,
10. Устройство для сушки посуды ПЭ-2000,
11. Шейкер S-3,02.

– *Приборы и оборудование в лаборатории «Химия и технология редких металлов и урана»:*

1. Аквадистилятор ДЭ-10,
2. Весы AR2140,
3. Весы аналитические GR-200,
4. Весы лабораторные ВЛР-200 №297,
5. Микрокомпрессор 502 VD/12V,
6. Перемешивающее устройство ПЭ-81,
7. Перемешивающее устройство ПЭ-8310 со штативом,
8. Перемешивающее устройство ПЭ-89,
9. Сигнализатор загрязненности (руки) СЗБ-04,

10. Сушильный шкаф SNOL 24\200,
11. Устройство для сушки посуды ПЭ-2000,
12. Фотометр КФК-3-01,
13. Шейкер S-4,
14. Электропечь СНОЛ 10/11,
15. Электропечь СНОЛ 12/12,

– *Приборы и оборудование в научных лабораториях для определения свойств, строения и получения материалов современной энергетики, необходимых в технологии теплоносителей и радиозащиты:*

Трубчатая вращающаяся печь RSR 80/50/11 Naberthem в комплекте, газоанализирующая система GSD, лабораторный прибор с двумя модулями S80-K, вибрационная мельница, автоматический газовый пикнометр с термостатом MUPY-30-T, бидистиллятор GFL 2102, лабораторная дисковая вибрационная мельница Pulverisette 9, лабораторный виброгрохот Analysette 3, иономер с двумя модулями S80-K, насос вакуумный RV3, печь муфельная L24\11, планетарная мельница Pulverisette 5, планетарная микромельница Pulverisette 7, пресс лабораторный 54MP250, ротационный делитель проб Laborette 27, спектрометр энергодисперсионный X-CALIBUR, центрифуга Rotina 380, смеситель С 2,0, газоанализатор OMNIStar GSD 320, комплекс из синхронного термического анализатора и газового масс-спектрометра TG\DTA 7300 THERMOSStar, микроскоп ПОЛАР-3, печь проходная «Термокерамика», ультразвуковая установка Булава-П модель УЗАП-3/22-ОП, 10-ти ступенчатый каскад центробежных экстракторов, Весы OHAUS, рН-метры, Спектрофотометр КФК, Установка для кавитационного выщелачивания.

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

Компьютерные презентации к лекционным курсам, макеты технологических установок.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, в том числе программами для расчета спектров излучений, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

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

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам основной и вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

### **5.3. Учебно-методическое обеспечение**

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит ежегодному обновлению).

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 ежегодному обновлению

Для реализации основной образовательной программы подготовки по программе специалитета по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» 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 (ИБЦ) 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 специалитета образовательного процесса по всем дисциплинам практикам и ГИА основной образовательной программы подготовки инженеров по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 г. составляет 1 715 452 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

## Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	<p>Принадлежность - сторонняя                      Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г.                      Сумма договора – 642 083-68                      Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.                      Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>                      Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Дополнительный                      Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г.                      Сумма договора- 30 994-52                      Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г.                      Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>                      Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020                      Сумма договора – 747 661-28                      Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г.                      Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>                      Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.                      Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «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>

2	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a> 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. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г. Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a> Количество ключей – 5 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 Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a> Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя, Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г. Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г. Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a> Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов

6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019 Сумма договора – 1100017-00 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен.	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-правовая система «Консультант+»	Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г. Сумма договора - 927 029-80 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт- <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по IP-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно-правовая система Гарант»	Принадлежность сторонняя Договор №166-235ЭА/2019 от 23.12.2019 г. Сумма договора - 603 949-84 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по IP-адресам.	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
9	Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	Принадлежность сторонняя- «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г. Сумма договора - 324 000-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г. Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

10	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность сторонняя- ООО «Политехресурс» Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г. Сумма договора-36 500-00 С «17» марта 2020 г. по «16» марта 2021 г Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».
11	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность сторонняя- ООО «ЗНАНИУМ», Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г. Сумма договора-30 000-00 С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a> Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
12	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека» Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г. Сумма договора-90 000-00 Срок действия с «17» февраля 2020 г. по «16» февраля 2021 г. Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ	Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета
13	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a> Количество ключей - доступ для	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.

		пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	
14	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://orbit.com">https://orbit.com</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
15	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: <a href="https://pubs.acs.org/page/remotaccess">https://pubs.acs.org/page/remotaccess</a>	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
16	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
17	Ресурсы	Принадлежность сторонняя.	Открыт доступ к ресурсам:

	<p>международной компании Clarivate Analytics</p>	<p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>	<p><b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.</p>
18	<p>Электронные ресурсы издательства SpringerNature</p>	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></li> <li>- Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></li> <li>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group <a href="https://www.nature.com/siteindex/index.html">https://www.nature.com/siteindex/index.html</a></li> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a></li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a></li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a></li> <li>- Nano Database</li> </ul>

			<p><a href="https://goo.gl/PdhJdo">https://goo.gl/PdhJdo</a>  Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.)  <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a></p>
19	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	<p>Принадлежность сторонняя.  Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)  Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.  Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a>  Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам и персональной регистрации.</p>	<p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>
20	Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect	<p>Принадлежность сторонняя.  Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)  Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772</p>	<p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний,</p>



		<p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ.</p>	<p>включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p>
22	American Institute of Physics (AIP)	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.scitation.org/remote-access">https://www.scitation.org/remote-access</a></p>	<p>Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).</p>
23	Scopus	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ.</p>	<p>Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b></p>
24	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a> Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-</p>	<p>Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.</p>

	адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access">https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access</a>	
--	--	--

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.

#### **5.4. Контроль качества освоения программы специалитета. Оценочные средства.**

Контроль качества освоения программы специалитета включает в себя текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую (государственную итоговую) аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин и прохождения практик, промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам, прохождения практик, выполнения учебных научных исследований.

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и ГИА обучающихся по ООП специалитета осуществляется в соответствии с ФГОС ВО и локальными нормативными актами университета.

*Текущий контроль, промежуточная аттестация и аттестационные испытания итоговой (государственной итоговой) аттестации выпускников ООП специалитета*

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. 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 специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».. Результаты сдачи зачетов оцениваются на «зачтено», «не зачтено»; зачетов с оценкой и экзаменов – на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При освоении настоящей ООП специалитета 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 специалитета в соответствии с ФГОС ВО по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».. Для проведения ГИА в университете ежегодно формируются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) и апелляционные комиссии. Темы ВКР отражают актуальные проблемы, связанные со специальностью 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 2 «Технология разделения и применение изотопов». 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 ректора (проректора по учебной работе) по университету перед началом преддипломной практики. 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.

Перечень оценочных средств включают: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, контрольных работ, зачетов и экзаменов, примерную тематику рефератов, курсовых работ; иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся. Оценочные средства выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

Государственная итоговая аттестация обучающегося является обязательной и осуществляется после освоения программы специалитета в полном объеме. Государственная итоговая аттестация включает подготовку и защиту выпускной квалификационной работы.

## **6. Рабочие программы дисциплин, практик и ГИА**

Рабочие программы дисциплин, практик и ГИА (перечисление дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Иностранный язык
2. Философия
3. История
4. Физическая культура и спорт
5. Математика
6. Информатика
7. Физика
8. Общая и неорганическая химия
9. Органическая химия
10. Физическая химия
11. Поверхностные явления и дисперсные системы
12. Аналитическая химия
13. Инженерная графика
14. Механика
15. Электротехника и промышленная электроника
16. Безопасность жизнедеятельности
17. Процессы и аппараты химической технологии
18. Общая химическая технология
19. Системы управления химико-технологическими процессами
20. Основы ядерной физики и дозиметрии
21. Радиохимия
22. Физико-химические методы анализа
23. Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности
24. Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики
25. Оборудование производств редких элементов
26. Технология керамического топлива
27. Радиохимическая переработка ОЯТ
28. Экономика ядерной отрасли

29. Начертательная геометрия в технологии материалов современной энергетики
30. Квантовая химия материалов современной энергетики
31. Экология в технологии материалов современной энергетики
32. Правоведение в технологии материалов современной энергетики
33. Основы экономики и управления производством в технологии материалов современной энергетики
34. Теория вероятностей и математическая статистика в технологии материалов современной энергетики
35. Лабораторные работы по органической химии
36. Проектирование деталей машин и аппаратов в технологии материалов современной энергетики
37. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
38. Химия редких и рассеянных элементов
39. Химия твердого тела в технологии редких элементов
40. Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов
41. Химия и технология редких металлов и урана
42. Проектирование производств редких металлов
43. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
44. Введение в физику в технологии материалов современной энергетики
45. Введение в материаловедение в технологии материалов современной энергетики
46. Инженерная психология в технологии материалов современной энергетики
47. Русский язык и культура речи в технологии материалов современной энергетики
48. Вычислительная математика в технологии материалов современной энергетики
49. Дискретная математика в технологии материалов современной энергетики
50. Основы менеджмента и маркетинга в технологии материалов современной энергетики
51. Основы технического регулирования и управления качеством в технологии материалов современной энергетики
52. Экстракция в технологии редких металлов
53. Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья
54. Математическое моделирование экстракционных равновесий
55. Сорбционные процессы в технологии редких элементов
56. Моделирование химико-технологических процессов в технологии материалов современной энергетики
57. материаловедение в технологии материалов современной энергетики
58. Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
59. Производственная практика: научно-исследовательская работа
60. Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
61. Преддипломная практика
62. Государственная итоговая аттестация - Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
63. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях
64. Введение в математику
65. Перевод научно-технической литературы

входящих в ООП по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## 7. Оценочные материалы

Оценочные материалы по дисциплинам, практикам и ГИА (перечисление дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Иностранный язык
2. Философия
3. История
4. Физическая культура и спорт
5. Математика
6. Информатика
7. Физика
8. Общая и неорганическая химия
9. Органическая химия
10. Физическая химия
11. Поверхностные явления и дисперсные системы
12. Аналитическая химия
13. Инженерная графика
14. Механика
15. Электротехника и промышленная электроника
16. Безопасность жизнедеятельности
17. Процессы и аппараты химической технологии
18. Общая химическая технология
19. Системы управления химико-технологическими процессами
20. Основы ядерной физики и дозиметрии
21. Радиохимия
22. Физико-химические методы анализа
23. Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности
24. Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики
25. Оборудование производств редких элементов
26. Технология керамического топлива
27. Радиохимическая переработка ОЯТ
28. Экономика ядерной отрасли
29. Начертательная геометрия в технологии материалов современной энергетики
30. Квантовая химия материалов современной энергетики
31. Экология в технологии материалов современной энергетики
32. Правоведение в технологии материалов современной энергетики
33. Основы экономики и управления производством в технологии материалов современной энергетики
34. Теория вероятностей и математическая статистика в технологии материалов современной энергетики
35. Лабораторные работы по органической химии
36. Проектирование деталей машин и аппаратов в технологии материалов современной энергетики
37. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
38. Химия редких и рассеянных элементов
39. Химия твердого тела в технологии редких элементов
40. Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов
41. Химия и технология редких металлов и урана
42. Проектирование производств редких металлов
43. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
44. Введение в физику в технологии материалов современной энергетики

45. Введение в материаловедение в технологии материалов современной энергетики
46. Инженерная психология в технологии материалов современной энергетики
47. Русский язык и культура речи в технологии материалов современной энергетики
48. Вычислительная математика в технологии материалов современной энергетики
49. Дискретная математика в технологии материалов современной энергетики
50. Основы менеджмента и маркетинга в технологии материалов современной энергетики
51. Основы технического регулирования и управления качеством в технологии материалов современной энергетики
52. Экстракция в технологии редких металлов
53. Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья
54. Математическое моделирование экстракционных равновесий
55. Сорбционные процессы в технологии редких элементов
56. Моделирование химико-технологических процессов в технологии материалов современной энергетики
57. материаловедение в технологии материалов современной энергетики
58. Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
59. Производственная практика: научно-исследовательская работа
60. Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
61. Преддипломная практика
62. Государственная итоговая аттестация - Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
63. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях
64. Введение в математику
65. Перевод научно-технической литературы

входящих в ООП по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

### **8. Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА**

Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА (перечисление дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Иностранный язык
2. Философия
3. История
4. Физическая культура и спорт
5. Математика
6. Информатика
7. Физика
8. Общая и неорганическая химия
9. Органическая химия
10. Физическая химия
11. Поверхностные явления и дисперсные системы
12. Аналитическая химия
13. Инженерная графика
14. Механика
15. Электротехника и промышленная электроника
16. Безопасность жизнедеятельности



17. Процессы и аппараты химической технологии
18. Общая химическая технология
19. Системы управления химико-технологическими процессами
20. Основы ядерной физики и дозиметрии
21. Радиохимия
22. Физико-химические методы анализа
23. Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности
24. Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики
25. Оборудование производств редких элементов
26. Технология керамического топлива
27. Радиохимическая переработка ОЯТ
28. Экономика ядерной отрасли
29. Начертательная геометрия в технологии материалов современной энергетики
30. Квантовая химия материалов современной энергетики
31. Экология в технологии материалов современной энергетики
32. Правоведение в технологии материалов современной энергетики
33. Основы экономики и управления производством в технологии материалов современной энергетики
34. Теория вероятностей и математическая статистика в технологии материалов современной энергетики
35. Лабораторные работы по органической химии
36. Проектирование деталей машин и аппаратов в технологии материалов современной энергетики
37. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии
38. Химия редких и рассеянных элементов
39. Химия твердого тела в технологии редких элементов
40. Методы физико-химического анализа в технологии редких металлов
41. Химия и технология редких металлов и урана
42. Проектирование производств редких металлов
43. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
44. Введение в физику в технологии материалов современной энергетики
45. Введение в материаловедение в технологии материалов современной энергетики
46. Инженерная психология в технологии материалов современной энергетики
47. Русский язык и культура речи в технологии материалов современной энергетики
48. Вычислительная математика в технологии материалов современной энергетики
49. Дискретная математика в технологии материалов современной энергетики
50. Основы менеджмента и маркетинга в технологии материалов современной энергетики
51. Основы технического регулирования и управления качеством в технологии материалов современной энергетики
52. Экстракция в технологии редких металлов
53. Нетрадиционная переработка редкометалльного сырья
54. Математическое моделирование экстракционных равновесий
55. Сорбционные процессы в технологии редких элементов
56. Моделирование химико-технологических процессов в технологии материалов современной энергетики
57. материаловедение в технологии материалов современной энергетики
58. Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
59. Производственная практика: научно-исследовательская работа

60. Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
61. Преддипломная практика
62. Государственная итоговая аттестация - Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
63. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях
64. Введение в математику
65. Перевод научно-технической литературы входящих в ООП по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла, выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

Приложения

Матрица компетенций по программе специалитета 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики специализация № 1 «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла»

Компетенции	Общекультурные														Общепрофессиональные					Профессиональные											Профессионально-специализированные																
	ОК-1	ОК-2	ОК-3	ОК-4	ОК-5	ОК-6	ОК-7	ОК-8	ОК-9	ОК-10	ОК-11	ОК-12	ОК-13	ОК-14	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-5	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5	ПК-6	ПК-7	ПК-8	ПК-9	ПК-10	ПК-11	ПК-12	ПК-13	ПК-14	ПК-15	ПК-16	ПК-17	ПК-18	ПК-19	ПК-20	ПК-21	ПСК-1.1	ПСК-1.2					
Базовая часть	Иностранный язык					+																																									
	Философия	+	+																																												
	История			+																																											
	Физическая культура и спорт									+			+																																		
	Математика														+		+																														
	Информатика											+									+																										
	Физика	+																																													
	Общая и неорганическая химия														+																																
	Органическая химия	+			+										+				+																												
	Физическая химия	+													+	+																															
	Поверхностные явления и дисперсные системы																				+																										
	Аналитическая химия														+	+																															
	Инженерная графика				+																																										

Механика														+																							
Электротехника и промышленная электроника														+																							
Безопасность жизнедеятель- ности																				+																	
Процессы и аппараты химической технологии																																					
Общая химическая технология																																					
Системы управления химико- технологически- ми процессами																																					
Основы ядерной физики и дозиметрии	+			+																								+		+		+		+			
Радиохимия				+																																	
Физико- химические методы анализа																																					
Технология основных материалов современной энергетики и основы радиационной безопасности																																					
Методы аналитического контроля в производстве материалов																																					















	выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты																																			
Факультативы	Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях						+												+																	
	Введение в математику																		+																	
	Перевод научно-технической литературы					+																+														