

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химии и проблем  
устойчивого развития



Н.П. Тарасова

Протокол № 1

«31» августа 2018 г.

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА СПЕЦИАЛИТЕТА

по специальности

04.05.01.Фундаментальная и прикладная химия

Специализация:

Химия материалов

форма обучения:

очная

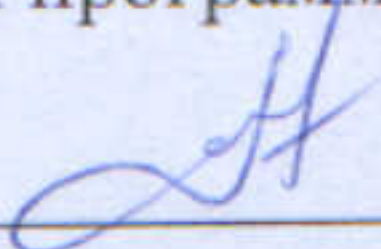
Квалификация: Химик. Преподаватель химии

Москва, 2018



Разработчики основной образовательной программы (ООП) специалитета:

К.т.н, доц. В.А. Костягина

  
\_\_\_\_\_

ООП специалитета обсуждена и одобрена на заседании кафедры ВХК РАН, протокол № 4 от «20» июня 2018 г.

Руководитель ВХК РАН д.х.н., профессор

  
\_\_\_\_\_

В.Ф. Травень

Согласовано:

Начальник Учебного управления РХТУ им. Д.И. Менделеева

Д.т.н., проф.  Н.А. Макаров

Проректор по УМР РХТУ им. Д.И. Менделеева

Д.т.н., проф.  В.М. Аристов

Программа специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия специализация «Химия материалов» рассмотрена и утверждена на заседании Учёного совета Института химии и проблем устойчивого развития, протокол № 1 от «31» августа 2018 г.

Согласовано:

Директор Института химии и проблем устойчивого развития

«31» августа 2018 г.  Н.П. Тарасова



## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1 Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа подготовки специалистов (далее – программа специалитета, ООП специалитета),** реализуемая в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация «Химия материалов», 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 специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия составляют:

– Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 12.09.2016 г. N 1174 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия** (уровень специалитета)» (далее – ФГОС ВО по специальности **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия** (уровень специалитета));

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 19.12.2013 г. № 1367 "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 для обучающихся условий для приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности и подготовки к защите выпускной квалификационной работы.

Получение образования по образовательной программе высшего образования – программе 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 300 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, вне зависимости от применяемых образовательных технологий составляет 5 лет.

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.

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

Структура программы специалитета включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную).

Это обеспечивает возможность реализации программ специалитета, имеющих различную специализацию в рамках одного направления.

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», который в полном объеме относится к вариативной части программы;

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации, указанной в перечне направлений подготовки высшего образования, утвержденном Министерством образования и науки Российской Федерации.

### Структура программы специалитета (Из соответствующего ФГОС)

Структура программы специалитета		Объем программы специалитета в з.е.
Блок 1	Дисциплины (модули)	243-246
	Базовая часть	186-204
	В том числе дисциплины (модули) специализации (при наличии)	39-66
	Вариативная часть	42-57
Блок 2	Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)	45-51
	Базовая часть	18-27
	Вариативная часть	24-27
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6-9
	Базовая часть	6-9
Объем программы специалитета		300

Дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы специалитета, являются обязательными для освоения обучающимся вне зависимости от направленности (профиля) программы специалитета, которую он осваивает. Набор дисциплин (модулей), 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, и практики определяют направленность (профиль) программы специалитета. Набор дисциплин (модулей), относящихся к вариативной части программы специалитета, и практик организация определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО. После выбора обучающимся направленности (профиля) программы, набор соответствующих дисциплин (модулей) и практик становится обязательным для освоения обучающимся.

В Блок 2 «Практики» входят учебная и производственная, в том числе преддипломная, практики.

Тип учебной практики – практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

Способы проведения учебной практики:

- стационарная;
- выездная.

Типы производственной практики:

- практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика);
- научно-исследовательская работа.

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. 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.

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 объема вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Количество часов, отведенных на занятия лекционного типа, в целом по Блоку 1 «Дисциплины (модули)» должно составлять не более 50 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**

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

- исследование химических процессов, происходящих в природе или проводимых в лабораторных условиях;
- выявление общих закономерностей их протекания и возможности управления ими.

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

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу специалитета, являются:

химические элементы, простые молекулы и сложные соединения в различном агрегатном состоянии (неорганические и органические вещества и материалы на их основе), полученные в результате химического синтеза (лабораторного, промышленного) или выделенные из природных объектов.

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

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу специалитета:

- научно-исследовательская;
- научно-производственная.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛИТЕТА**

3.1. В результате освоения указанной программы специалитета выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями (ОК):

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-2);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-3);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-5);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-6);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).



3.2. В результате освоения указанной программы специалитета выпускник должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-8)

3.3. Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

в научно-исследовательской деятельности:

- способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
  - владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
  - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3);
  - способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4);
  - способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-5);
  - владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ПК-6);
  - готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7)
- в научно-производственной деятельности:
- владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат (ПК-8);
  - владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9).



## **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 научных исследований в соответствии со специализацией программы специалитета;
- проведение контроля качества освоения программы специалитета посредством текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся, государственной итоговой аттестации обучающихся.

### **4.2 Учебный план подготовки специалистов**

Учебный план подготовки специалистов разработан в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.09.2016 г. № 1174.

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

Учебный план подготовки специалистов по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация «Химия материалов» прилагается.

### **4.3 Календарный учебный график**

Последовательность реализации программы специалитета по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, научные исследования, 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) «Неорганическая химия» (Б1.Б.01)**

1. **Цель дисциплины** – основной целью учебной дисциплины «Теоретическая неорганическая химия» является ознакомление с современными представлениями о молекулярных неорганических соединениях, их молекулярном и электронном строении. Особое внимание уделяется рассмотрению важнейших закономерностей строения и реакционной способности неорганических соединений.
2. **В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:
  - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
  - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
  - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2).



*Уметь:*

- знать и уметь анализировать свойства молекулярных неорганических соединений в рамках современных представлений о методах ВС, МО;
- знать основы теории и положения современной неорганической химии.

*Владеть:*

- представлением об основных принципах строения и реакционной способности неорганических соединений,
- представлениями о важнейших принципах реакционной способности молекулярных неорганических соединений;

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

*Модуль 1. Введение.*

Химия как система знаний о веществах – их составе, строении и химической связи. Предмет и задачи химии. Основные задачи современной неорганической химии. Краткое описание модуля – берется из РПД

*Модуль 2. Теоретические основы.*

Основы химической термодинамики. 1-й и 2-й законы, система, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, равновесие. Растворы, фазовые равновесия, правило фаз Гиббса. Основные понятия о кислотно-основном равновесии. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Электролиз. Скорость химической реакции. Энергия активации.

Строение атома. Волновая функция, квантовые числа. Атомные орбитали. Принцип Паули. Химический элемент. Периодический закон Д. И. Менделеева, структура периодической системы (ПС). Основные типы химической связи. Основные понятия о методах валентных связей и молекулярных орбиталей.

Комплексные соединения: общие понятия, номенклатура, изомерия. Строение комплексных соединений, теория кристаллического поля. Устойчивость комплексных соединений. Основные понятия кристаллохимии. Простейшие структуры бинарных соединений. Зонная модель строения твердых тел.

*Модуль 3. Химия непереходных элементов.*

Водород – первый элемент ПС, его двойственное положение. Элементы 1-й, 2-й и 13–18-й групп ПС. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, электроотрицательности и энергии ионизации атомов. Типичные степени окисления. Закономерности в строении и свойствах основных типов соединений. Природные соединения, получение и применение. Биологическая роль.

*Модуль 4. Химия переходных элементов.*

Элементы 3–12-й групп ПС. 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 комплексных соединений. Биологическая роль. Особенности f-элементов.

*Модуль 5. Современные проблемы неорганической химии.*

Металлоорганическая и бионеорганическая химия. Химия нестехиометрических соединений. Неорганические материалы.

### **4. Объем учебной дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>14</b>	<b>504</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>10</b>	<b>360,8</b>
Лекции (Лек)	2,5	90
Практические занятия (ПЗ)	2,5	90
Лабораторные занятия (Лаб)	5	180
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>72</b>



Контактная самостоятельная работа	1	0,8
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		36
<b>Вид контроля: экзамен (2)</b>	<b>2</b>	<b>71,2</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>14</b>	<b>378</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>10</b>	<b>270,6</b>
Лекции (Лек)	2,5	67,5
Практические занятия (ПЗ)	2,5	67,5
Лабораторные занятия (Лаб)	5	135
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		27
<b>Вид контроля: экзамен (2)</b>	<b>2</b>	<b>53,4</b>

### «Иностранный язык» (Б1.Б.02)

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.

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

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7)
- способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7).

*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:**

Введение. Предмет и роль иностранного языка. Краткие исторические сведения об изучаемом языке. Задачи и место курса в подготовке бакалавра техники и технологии.



*Модуль 1. I. Грамматические трудности изучаемого языка:*

1.1 Личные, притяжательные и прочие местоимения.

Спряжение глагола-связки.

Изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Образование различных видовременных форм с помощью глагола-связки. Образование и употребление форм пассивного залога. Изменение глагола-связки в различных формах прошедшего и будущего времени. Глагол-связка в отрицательных предложениях.

1.2 Порядок слов в предложении. Прямой порядок слов утвердительного предложения в различных видовременных формах. Изменение порядка слов в вопросительных предложениях. Порядок слов и построение отрицательных предложений. Эмфатические конструкции.

*Модуль 2. II. Чтение тематических текстов:*

2.1. Введение в специальность

2.2 Д.И. Менделеев

2.3. РХТУ им. Д.И. Менделеева

Понятие о видах чтения на примерах текстов о *Химии, Д.И. Менделееве, РХТУ им. Д.И. Менделеева.*

Активизация лексики прочитанных текстов.

*Модуль 3. III. Практика устной речи по темам:*

3.1. «Говорим о себе»,

3.2. «В городе»,

3.3. «Район, где я живу».

Монологическая речь по теме «о себе».

*Модуль 4. I. Грамматические трудности изучаемого языка:*

4.1. Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и совершенный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение». Варианты перевода инфинитивных оборотов на русский язык.

4.2. Видовременные формы глаголов. Образование простых, продолженных, совершенных и совершенно-продолженных времен. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

*Модуль 5. II. Изучающее чтение научно-популярных текстов по выбранной специальности.*

Примерная тематика текстов: «Фундаментальная химия и научные методы», «Прикладная химия на производстве».

*Модуль 6. III. Практика устной речи по теме*

6.1. «*Студенческая жизнь*».

6.2. «Измерения в химической лаборатории»

*Модуль 7. I. Грамматические трудности изучаемого языка:*

7.1. Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Совершенные формы причастия. Место причастий в предложении. Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.

7.2. 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.

*Модуль 8. II. Изучающее чтение текстов по тематике: «Специальная лаборатория», «Измерения в специальной лаборатории».*

*Модуль 9. III. Практика устной речи по темам: «Страна изучаемого языка», «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта».*

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**



Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>12</b>	<b>432</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>6</b>	<b>217</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	6	217
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5</b>	<b>179,4</b>
Контактная самостоятельная работа	1,5	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		53,6
<b>Вид контроля: зачёт (З), экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>12</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>6</b>	<b>162,75</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	6	162
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5</b>	<b>134,55</b>
Контактная самостоятельная работа	1,5	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		40,2
<b>Вид контроля: зачёт (З), экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

### «История» (Б1.Б.03)

**1. Цель дисциплины** – формирование у студентов комплексного представления о роли и месте истории в системе гуманитарных и социальных наук, культурно-историческом своеобразии России, ее месте во всемирно-историческом процессе, об особенностях и основных этапах её исторического развития; введение студентов в круг исторических проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности.

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

– способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического (ОК-3).

*Знать:*

- основные направления, проблемы и методы исторической науки; многообразие исторических источников, основные кластеры вспомогательных исторических дисциплин;
- 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

## **Введение. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки.**

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.

### **Модуль 1. Особенности становления государственности в России.**

#### **1.1. Начало российской государственности. Киевская Русь**

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.

## **Модуль 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.

### **Модуль 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 2001-2016 года. Мировой финансовый и экономический кризис и Россия. Внешняя политика Российской Федерации в 1991 – 2016 гг. Принципы внешней политики. Россия и страны дальнего зарубежья. Отношения со странами СНГ. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Вхождение Крыма в состав Российской Федерации.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,5</b>	<b>17,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,25	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		8,6



<b>Вид контроля: зачёт с оценкой</b>	-	-
<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В астр. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,65</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,5</b>	<b>13,35</b>
Контактная самостоятельная работа	0,25	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		6,45
<b>Вид контроля: зачёт с оценкой</b>	-	-

### «Математика» (Б1.Б. 04)

**1. Цель дисциплины** – формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и умения использовать математические методы для описания различных процессов.

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

Обладать следующими компетенциями:

– способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3).

*Знать:*

- основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, 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**

1. Введение. Предмет и методы математики. Описание основных разделов курса. Правила и требования при изучении курса.

*Модуль 1* Элементы алгебры. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции. Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Интегральное исчисление функции одной переменной.

*Модуль 2* Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных. Кратные интегралы. Криволинейные и поверхностные интегралы.

*Модуль 3* Дифференциальные уравнения первого порядка. Дифференциальные уравнения второго и n-го порядка. Системы дифференциальных уравнений. Числовые и функциональные ряды.

*Модуль 4* Ряды Фурье. Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.

Заключение. Использование математических методов в практической деятельности.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>15</b>	<b>540</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>8</b>	<b>289,2</b>
Лекции (Лек)	4	144
Практические занятия (ПЗ)	4	144
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5</b>	<b>179,6</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,6
<b>Вид контроля: зачёт (2), экзамен (2)</b>	<b>2</b>	<b>71,2</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>15</b>	<b>405</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>8</b>	<b>216,9</b>
Лекции (Лек)	4	108
Практические занятия (ПЗ)	4	108
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5</b>	<b>134,7</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		53,7
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>2</b>	<b>53,4</b>

#### «Информатика» (Б1.Б.05)

- 1. Цель дисциплины** – ознакомление с современными информационными технологиями, их применением для практики проведения научного исследования и анализа данных. Особое внимание уделяется рассмотрению подготовки результатов к публикации
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:
  - готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
  - способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4).

*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;
- а также владеть навыками самостоятельного решения задач на компьютере, включающие постановку задачи, разработку алгоритма и оценку его эффективности;
- структуру, принципы работы и основные возможности ЭВМ;
- 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**

*Модуль 1. Аппаратное обеспечение и ОС*

Аппаратное обеспечение. Операционные системы, введение. Файловые системы. Командная строка.

Графический интерфейс MS Windows. Структура и настройка Windows.

*Модуль 2. Компьютерные сети, файлы*

Введение в компьютерные сети. Локальные сети. Интернет. HTML, как подмножество XML. Компьютерная безопасность. Файловые менеджеры. Сжатие и архивация данных. Файловые утилиты

*Модуль 3. Прикладное программное обеспечение*

Прикладные программы: обзор ПО. Текстовые редакторы. Использование электронных таблиц. Подготовка презентаций. Работа с источниками информации в химии. Программирование для MSOffice.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2,5</b>	<b>90,6</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	2	72
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,5</b>	<b>125,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,8
<b>Вид контроля: зачёт, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2,5</b>	<b>67,95</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	2	54
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,5</b>	<b>94,35</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,85
<b>Вид контроля: зачёт, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

### **«Устойчивое развитие» (Б1.Б.06)**

- 1. Цель дисциплины** – формирование у студентов представлений о современных глобальных проблемах, о современной международной стратегической концепции устойчивого развития, возможности решения экономических задач с учетом социальных интересов и экологических ограничений.

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9).

*Знать:*

- положения концепции устойчивого развития, индексы и индикаторы устойчивого развития;
- принципы использования ресурсов в устойчиво развивающемся обществе;
- динамику численности населения и прогнозы развития демографической ситуации в мире и в России;
- основные принципы устойчивости живой природы, биогеохимические циклы азота, фосфора, углерода;
- индексы и индикаторы устойчивого развития городов;

*Уметь:*

- обосновывать и критически оценивать существующие подходы к устойчивому развитию;
- разрабатывать практические рекомендации по обеспечению устойчивого развития;
- обсуждать и разрабатывать решения современных проблем устойчивого развития;
- оценивать воздействия, наносимые человеком на окружающую среду;
- анализировать социально-экономические факторы устойчивого развития территории;
- разъяснять содержание концепции устойчивого развития окружающим, способствуя реализации задач непрерывного экологического образования в интересах устойчивого развития;

*Владеть:*

- навыками к обоснованию собственной точки зрения на дискуссионные проблемы, связанные с необходимостью перехода к устойчивому развитию;
- навыками исследования в области интегральных оценок устойчивого развития;
- навыками поиска и использования источников социально-экономической информации.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

Введение. Предмет и задачи курса

*Модуль 1. Биосферные ограничения развития*

Тема 1. Устойчивость живой природы. Зависимость живого от сохранения стабильности параметров окружающей среды в определенных пределах. Пределы существования жизни: необходимые температура, освещенность, влажность, солевой состав воды; радиоактивный фон. Факторы, определяющие постоянство среды обитания на Земле: положение планеты в солнечной системе; буферные свойства атмосферы и гидросферы. Перераспределение энергии по поверхности Земли. Значение сохранения биологического разнообразия на Земле. Разнообразие видов животных, растений, грибов, микроорганизмов. Особо охраняемые природные территории: заповедники, заказники, национальные парки и их значение в сохранении биологического разнообразия, генофонда живых организмов и экосистем. Популяционная структура вида. Соотношение рождаемости и смертности. Колебания численности. Характер и сила антропогенного воздействия на среду существования жизни.

Тема 2. Биосфера. Роль живого в преобразовании оболочек планеты. Представление об экосистемах. Трофические и энергетические уровни экосистем. Экологическая пирамида. Проблема восстановления нарушенных экосистем. Имитационная игра «Остров» -



игровое моделирование простейшей наземной экосистемы из четырех трофических уровней. Различные пути антропогенного воздействия на природу. Биогеохимические циклы. Гомеостатические свойства биосферы. Антропогенные возмущения биогеохимических циклов и деградация систем поддержания жизни.

#### *Модуль 2. Антропогенное воздействие на биосферу*

Тема 3. Рост численности человечества. Рост народонаселения мира и отдельных регионов. Демографические кризисы в истории человечества. Стадии демографического перехода. Соотношение рождаемости и смертности. Динамика численности народонаселения в мире и в России. Предполагаемые последствия перенаселенности. Социально-экономические и экологические проблемы взаимоотношения развитых и развивающихся стран. «Римский клуб». Стокгольмская декларация. Стабилизация численности людей на Земле. Причины стабилизации численности человечества. Количество доступной пищи и численность населения. Современное состояние продовольственной проблемы на Земле и в отдельных регионах. Доля поверхности суши пригодной для ведения сельского хозяйства. Продуктивность сельскохозяйственных угодий. Роль новых технологий, мощности и разнообразия машинотракторного парка, минеральных удобрений, химических средств борьбы с вредителями с/х растений, наличия водных ресурсов и подбора сортов в повышении урожая. Негативные последствия искусственного повышения плодородия земли: эрозия почвы, понижение уровня грунтовых вод, токсический эффект от применения минеральных удобрений и пестицидов, изменение себестоимости сельхозпродукции. Экологически чистое земледелие. Пути решения продовольственной проблемы в разных регионах мира. Продовольственные ресурсы Мирового океана.

Тема 4. Загрязнение окружающей среды. Опасность для экосистем и здоровья человека. Понятие загрязнения. Загрязнение окружающей среды как оборотная сторона потребления природных ресурсов. Глобальные и локальные проблемы загрязнения окружающей среды. Виды загрязнения окружающей среды. Опасность различных форм загрязнения окружающей среды для здоровья населения. Загрязнение атмосферы. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха. Изменение климата. Загрязнение внутренних вод и Мирового океана. Загрязнение пресных вод промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми стоками. Основные виды глобального загрязнения Мирового океана. Загрязнение литосферы; деградация земель, опустынивание, латентный период реакции почв на загрязнение. Загрязнение почвы и грунтовых вод. Глобальные, региональные и локальные проблемы окружающей среды. Радиоактивное загрязнение окружающей среды. Опасности и риски воздействия изменений окружающей среды на здоровье человека и состояние экосистем.

#### *Модуль 3. Развитие и ресурсы*

Тема 5. Потребление природных ресурсов. Возобновимые, невозобновимые, вечные ресурсы. Ресурсы и резервы. Запасы и распределение полезных ископаемых. Увеличение энергопотребления и загрязнения отходами переработки сырья. Ресурсосбережение. Деловая имитационная игра «Рыболовство» - управление возобновляемыми природными ресурсами. Пресная вода как возобновимый ресурс. Водопотребление. Лесные ресурсы. Рациональное ведение лесного хозяйства. Проблема сокращения минеральных ресурсов. Резервы и ресурсы основных видов минерального сырья.

Тема 6. Экологические проблемы и условия энергетического обеспечения прогресса. Энергетические ресурсы. Запасы и распределение горючих ископаемых. Загрязнение окружающей среды от сжигания угля, нефтепродуктов, природного газа. Атомная энергия. Гидроэнергия. Альтернативные источники электроэнергии. Позитивные и негативные стороны каждого способа получения электроэнергии. Энергосбережение.

Тема 7. Последствия изменения состава атмосферы и истощения озонового слоя атмосферы Земли. Глобальные проблемы изменения климата. Строение атмосферы. Проблема истощения озонового слоя в атмосфере Земли и современные гипотезы

относительно причин этого явления. Реакции, протекающие в озоновом слое. Антропогенное воздействие со значительным латентным периодом. История изменения климата на Земле. Природные и антропогенные составляющие современного изменения климата. Теория «парникового эффекта». 33 Рамочная конвенция ООН об изменении климата. Планируемое снижение выбросов парниковых газов в атмосферу. Решения ООН 2016 года в области проблемы изменения климата

#### *Модуль 4. Устойчивое развитие человечества*

Тема 8. Концепция устойчивого развития. Реализации в России концепции устойчивого развития человечества «Конференция ООН по проблемам окружающей человека среды» в Стокгольме (1972). Стокгольмская декларация. ЮНЕП – программа ООН по охране окружающей среды. Всемирная хартия природы (1982). Международная комиссия по окружающей среде и развитию. Доклад «Наше общее будущее» (1987). «Конференция ООН по окружающей среде и развитию» в Рио-де-Жанейро (1992). Декларация Рио. «Программа действий. Повестка дня на XXI век». Понятие «устойчивого развития человечества». «Рамочная конвенция по изменению климата» и «Конвенция по биологическому разнообразию», «Заявление о принципах лесоводства». Всемирный саммит по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002). «Плана выполнения решений» саммита. Всемирный саммит по устойчивому развитию РИО+20 (Рио-де-Жанейро, 2012). Зеленая экономика. Решения ООН в области устойчивого развития 2016 года. 17 целей устойчивого развития. Взаимная связь социальных, экономических и экологических проблем современного общества. Понятие «устойчивого развития». Индексы и индикаторы устойчивого развития. Экологический след. Индекс развития человеческого потенциала. Международные конвенции, подписанные нашей страной в области охраны окружающей среды и устойчивому развитию. Указ Президента РФ «О государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития». Выполнение Россией международных договоров и конвенций. Экологическая доктрина РФ. Программа экологической безопасности России. Правовые нормы доступа населения к информации о состоянии окружающей среды и формах воздействия на нее. Орхусская конвенция

Тема 9. Экологическое образование и просвещение в обеспечении устойчивого развития человечества

Значение образования и пропаганды в деле охраны природы и становления рационального природопользования. Тбилисская декларация по экологическому образованию. Концепция непрерывного образования. Переподготовка кадров по охране окружающей среды. Система повышения квалификации. Роль профессиональных экологов в предотвращении экологического кризиса. Экологическое образование для устойчивого развития в России. Роль общественных природоохранных организаций в реализации концепции устойчивого развития. Основные природоохранные общественные организации в России. Проведение публичных мероприятий. Референдумы об охране окружающей природной среды.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>72,4</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1,5	54
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,6</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,6
<b>Вид контроля: зачёт (2)</b>		

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В астр. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>

<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>54,3</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1,5	40,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,7</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,2
<b>Вид контроля: зачёт (2)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### «Социология» (Б1.Б.07)

**1. Цель дисциплины** – научить студентов эффективно использовать средства инновационных информационных образовательных технологий в системе образовательного процесса; научить способам владения методологией, технологией и практикой разработки современных ИК-технологий, ориентированных на реализацию психолого-педагогических целей обучения и воспитания.

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

Обладать следующими компетенциями:

– готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-6).

*Знать:*

- основы педагогики электронного обучения;
- способы совершенствования механизмов управления системой образования на основе использования автоматизированных банков данных научно-педагогической информации, информационно-методических материалов, коммуникационных сетей;

*Уметь:*

- осуществлять информационно-учебную, экспериментально-исследовательскую деятельность, разнообразные виды совместной деятельности по обработке информации; использовать компьютерные тестирующие, диагностирующие методики контроля и оценки уровня знаний обучаемых;

*Владеть:*

- навыками разработки новых методов обучения с использованием компьютерных технологий;
- способами организации групповой, проектной работы.

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

*Модуль 1. Информатизация образования как фактор развития общества.*

Цели и задачи использования информационных и коммуникационных технологий в образовании Информационные и коммуникационные технологии в реализации информационных и информационно-деятельностных моделей в обучении. Информационные и коммуникационные технологии в активизации познавательной деятельности учащихся.

Информационные и коммуникационные технологии в реализации системы контроля, оценки и мониторинга учебных достижений учащихся. Экспертные и аналитические методы в оценке электронных средств учебного назначения. Информационные и коммуникационные технологии в учебных предметах.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-



<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>35,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		3,4
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В астр. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>26,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		2,55
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### «Физика» (Б1.Б.08)

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 использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4).

*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

#### Модуль 1

Основы механики. Молекулярная физика. Основы термодинамики.

#### Модуль 2

Введение.

Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Физические основы механики. Основы молекулярной физики. Электростатика и постоянный электрический ток.

#### Модуль 3

Электромагнетизм. Оптика. Элементы квантовой физики.

#### Модуль 4

Элементы квантовой статистики. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории. элементы физики твёрдого тела.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>16</b>	<b>576</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>7</b>	<b>253</b>
Лекции (Лек)	4	144
Практические занятия (ПЗ)	2,5	90
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>8</b>	<b>287,4</b>
Контактная самостоятельная работа	3	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		107,6
<b>Вид контроля: зачёт (З) экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>16</b>	<b>432</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>7</b>	<b>189,75</b>
Лекции (Лек)	4	108
Практические занятия (ПЗ)	2,5	67,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>8</b>	<b>215,55</b>
Контактная самостоятельная работа	3	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		80,7
<b>Вид контроля: зачёт (З) экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

#### «Аналитическая химия» (Б1.Б.09)

- 1. Цель дисциплины** – обеспечить полный объем современных знаний, умений и навыков по основным группам химических и физико-химических методов 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 воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
  - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);

- способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

*Знать:*

- основные понятия и методы качественного и количественного анализа, теорию химических и физико-химических методов анализа, принципы работы основных приборов в физико-химических методах;

*Уметь:*

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;

*Владеть:*

- идеологией химического анализа, системой выбора метода качественного и количественного анализа, оценкой возможностей каждого метода, метрологическими основами аналитической химии; иметь представление о многообразии методов химического анализа и о контроле качества результатов количественного химического анализа.

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

#### **1. Введение**

Понятие об аналитической химии (АХ) как о системе знаний, позволяющей установить качественный и количественный состав вещества. Задачи АХ.

*Модуль 1.* Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах. Основные типы реакций, применяемых в АХ (реакции ионного обмена, реакции с переносом электронов и электронных пар, реакции осаждения). Константы равновесия: термодинамические, концентрационные, условные. Равновесия аналитически важных протолитических систем. Гидролиз. Гидролиз по катиону и аниону, смешанный гидролиз. Вычисление рН растворов кислот, оснований, их смесей, гидролизующихся солей. Буферные растворы: их состав, свойства, расчет рН. Равновесия в системах комплексообразования. Константы комплексообразования. Равновесия в гетерогенных системах. Произведение растворимости.

*Модуль 2.* Основы методов количественного анализа. Методы количественного титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к химическим реакциям в химическом анализе. Этапы количественного анализа. Расчеты в титриметрии. Способы титрования. Графическое изображение процесса титрования. Скачок титрования, точка эквивалентности (ТЭ), конечная точка титрования (КТТ). Первичные и вторичные стандарты. Метод кислотно-основного титрования. Выбор кислотно-основного индикатора. Примеры определений. Методы окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительный потенциал. Факторы, влияющие на его величину. Уравнение Нернста. Перманганатометрия. Иодо-иодиметрия. Хроматометрия. Условия проведения перманганатометрических, иодо-иодиметрических, хроматометрических определений. Определяемые вещества. Метод комплексонометрического титрования. Особенности реакций комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. Выбор оптимальных условий комплексонометрического титрования. Гравиметрический метод определения. Титрование по методу осаждения. Метрологическая оценка результатов анализа.

*Модуль 3.* Понятие пробы. Виды проб: точечная, генеральная, промежуточная, лабораторная, контрольная. Отбор пробы. Методы вскрытия проб. Специальные методы разложения.

*Модуль 4.* Общие понятия о методах разделения и концентрирования. Количественные характеристики концентрирования. Методы маскирования и осаждения



для разделения и концентрирования веществ. Примеры определений. Метод экстракции. Сорбционные и хроматографические методы. Метод флотации. Примеры определений.

*Модуль 5.* Специфика задач аналитической химии. Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества. Методы количественных измерений в ФХМА, их характеристика. Аналитические и метрологические характеристики.

*Модуль 6.* Классификация спектральных методов анализа, получение химико-аналитической информации при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы. Качественный и количественный анализ. Атомно-эмиссионная фотометрия пламени. Атомно-абсорбционная спектрофотометрия. Молекулярная спектроскопия. Методы оптической молекулярной спектроскопии. Поглощение электромагнитного излучения молекулами. Турбидиметрический и нефелометрический методы анализа. Люминесцентные методы анализа.

*Модуль 7.* Классификация ЭХМА. Требования к химическим и электрохимическим реакциям, применяемым в ЭХМА. Классификация электродов. Кондуктометрия. Общая характеристика метода. Потенциометрия. Методы количественных определений и условия их применения. Вольтамперометрия: классическая полярография, основы метода и амперометрическое титрование. Кулонометрия: прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Электрогравиметрический анализ.

*Модуль 8.* Хроматографические методы. Теоретические основы хроматографических методов. Физико-химические основы хроматографического процесса. Оптимизация процессов разделения. Газожидкостная хроматография. Общая характеристика метода. Особенности высокоэффективной жидкостной хроматографии. Распределительная бумажная хроматография. Гель-хроматография.

*Модуль 9.* Автоматизация и компьютеризация аналитических определений. Другие методы анализа. Непрерывный проточный анализ и проточно-инжекционный анализ. Масс-спектрометрические методы. Сущность метода. Термические методы анализа.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3,5</b>	<b>126,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1,5	54
Лабораторные занятия (Лаб)	1	36
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,5</b>	<b>18</b>
Контактная самостоятельная работа	0,25	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		8,6
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>127</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3,5</b>	<b>94,8</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1,5	40,5
Лабораторные занятия (Лаб)	1	27
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,5</b>	<b>13,5</b>
Контактная самостоятельная работа	0,25	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		6,45
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

## «Органическая химия» (Б1.Б.10)

**Цель дисциплины** – изучение студентами основ органической химии - концепций строения органических соединений, методов их получения, реакций органических соединений основных классов, их механизмов, современных методов органического синтеза.

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2).

*Знать*

- основные положения органической химии – концепции строения органических соединений, органические реакции и их механизмы;

*Уметь*

- выбирать оптимальные пути органического синтеза; формировать стратегию синтеза органических соединений;

*Владеть*

- теоретическими концепциями для предсказания и объяснения результатов органических реакций.

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

*Модуль 1. Химия углеводов*

Введение. Теория химического строения. Классификация органических соединений. Функциональные группы. Основные классы и ряды. Структурные изомеры. Правила номенклатуры.

1. Ковалентная связь и концепции реакционной способности.

Природа ковалентной связи. Формулы Льюиса. Формальный заряд. Атомные орбитали (АО). Типы перекрывания орбиталей. Принцип максимального перекрывания. Теория гибридизации АО. Форма молекул. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО). Атомно-орбитальные модели. Полярность ковалентной связи. Индуктивный эффект заместителей. Делокализованная ковалентная связь, условия делокализации. Сопряжение. Резонансные структуры. Сверхсопряжение.

Теория молекулярных орбиталей (МО). Основные положения теории МОЛКАО;  $\pi$ -Приближение. Метод МОХ. Расчет этилена. Анализ результатов расчета этилена, 1,3-бутадиена, акролеина. Собственные энергии и собственные коэффициенты. Граничные орбитали: ВЗМО и НСМО. Электронные плотности, заряды на атомах, порядки связей. Молекулярная диаграмма. Энергетическая диаграмма и графическое изображение МО. Экспериментальные методы квантовой химии. Потенциалы ионизации и электронное родство органических молекул. Фотоионизация метана.

Классификация органических реакций: по типу превращения, по типу разрыва связей, по характеру активации. Классификация реагентов. Понятие о механизме химической реакции. Кислоты и основания в органической химии. Теория Бренстеда. Количественная оценка кислотности и основности. ОН-, СН- и NH-Кислоты. Электронные эффекты, влияющие на кислотность и основность органических соединений. Обобщенная концепция кислот и оснований Льюиса. Кислотно-основные реакции Льюиса. Промежуточные соединения и частицы органических реакций: донорно-акцепторные комплексы, ионные пары, карбокатионы, карбанионы и др. Реакции кислот и оснований,

доноров и акцепторов с позиции теории МО. Концепция граничных орбиталей. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций.

## 2. Алканы.

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Конформации, способы изображения, сравнительная устойчивость. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции алканов. Галогенирование метана. Механизм реакции. Теплоты отдельных стадий и суммарный тепловой эффект. Кинетика галогенирования метана. Энергетическая диаграмма. Энергия активации. Переходное состояние. Активированный комплекс, (скоростьлимитирующая стадия). Метильный радикал, строение. Постулат Хэммонда. Реакции галогенирования гомологов метана: ориентация, реакционная способность, региоселективность. Ряд устойчивости алкильных радикалов. Другие реакции замещения алканов. Важнейшие представители: метан – перспективное исходное соединение для органического синтеза, природный газ, моторное топливо, вазелин, парафин.

## 3. Stereoisomeria

Типы стереоизомеров: конформеры, геометрические изомеры, энантиомеры. Оптическая изомерия. Хиральность. Хиральная молекула. Асимметрический центр. Оптическая активность. Энантиомеры, антиподы. Рацемическая смесь. Способы пространственного изображения оптических изомеров. Абсолютная конфигурация. R,S-Номенклатура. Понятие об оптической активности соединений с двумя асимметрическими центрами. Диастереомеры, мезо-, эритро- и трео-формы.

## 4. Cycloalkanes

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Пространственное и электронное строение. Конформации. Типы напряжений в циклах (угловое, торсионное, трансаннулярное). Относительная устойчивость циклоалканов. Физические свойства. Конформации циклогексана. Экваториальные и аксиальные связи. Пространственная изомерия замещенных циклогексанов. Реакции циклоалканов. Особенности реакций малых циклов. Важнейшие представители: циклопропан, циклопентан, циклогексан, декалины, стероиды, адамантан.

## 5. Alkenes

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное строение и пространственная изомерия алкенов. Электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции алкенов. Реакции электрофильного присоединения алкенов: присоединение галогеноводородов, воды, галогенов. Оксимеркурирование-демеркурирование алкенов. Гидроборирование алкенов, механизм реакции превращения алкилборанов в алканы, спирты, кетоны. Региоселективность реакций электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его теоретическое объяснение.

Свободнорадикальное присоединение галогенов и бромоводорода (перекисный эффект Караша). Реакции радикального замещения алкенов, протекающие с сохранением двойной связи: аллильное галогенирование. Окисление и озонлизис алкенов, получение эпокси соединений, виц-диолов, альдегидов, кислот. Окисление алкенов в присутствии солей палладия.

Гидроформилирование алкенов, получение спиртов и альдегидов. Комплексообразование олефинов с переходными металлами. Гомогенное и гетерогенное гидрирование. Реакции алкенов с карбенами и их аналогами. Получение и строение карбенов.

## 6. Alkynes



Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности.

Реакции алкинов. СH-Кислотность. Ацетилениды, строение и свойства. Реакции электрофильного присоединения, их механизмы и стереохимия. Реакции нуклеофильного присоединения. Окисление, восстановление, гидрирование алкинов. Олигомеризация. Важнейшие представители: ацетилен.

#### 7. Алкадиены и полиены

Гомологический ряд. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Аллены. Понятие о строении и свойствах. Алкадиены с сопряженными двойными связями. Пространственное и электронное строение 1,3-бутадиена. Характеристика связей. Сопряжение. Оценки энергии сопряжения. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство, общая характеристика реакционной способности. Реакции 1,3-алкадиенов. Особенности реакций присоединения: 1,2- и 1,4- (сопряженное) присоединение. Механизмы реакций. Кинетический и термодинамический контроль. Реакционная способность. Способы получения, применение в промышленном синтезе.

Понятие о перициклических реакциях. Электроциклические реакции полиенов. Стереоспецифичность реакций в терминах теории МО. Правило Вудворда-Гофмана. Циклоприсоединение: циклодимеризация алкенов, реакции Дильса-Альдера. Стереоспецифичность. Особенности реакций Дильса-Альдера.

#### 8. Ароматичность. Арены

Ароматические соединения (арены). Особенности физических и химических свойств бензола. Современные представления о строении бензола. Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения. Расчет молекулы бензола по методу МОХ: диаграмма энергетических уровней, энергии МО. Энергия делокализации  $\pi$ - электронов (энергия резонанса). Графические изображения  $\pi$ -МО. ВЗМО и НСМО бензола. Общие критерии ароматичности. Небензоидные ароматические соединения, нейтральные молекулы и ионы.

Соединения бензольного ряда. Изомерия. Номенклатура. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Реакции электрофильного замещения. Реакции бензола: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Условия реакций. Стадии образования и строение электрофильных агентов. Механизм SE<sub>2</sub>-аром.  $\pi$ -Комплексы. Строение  $\sigma$ -комплекс. Энергетическая диаграмма реакции. Скоростylimитирующая стадия. Кинетический изотопный эффект. Кинетический и термодинамический контроль. Влияние заместителей в бензольном кольце на направление и скорость реакций электрофильного замещения: орто-пара-ориентанты активирующие и дезактивирующие, мета-ориентанты дезактивирующие. Влияние на устойчивость  $\sigma$ -комплекс. Факторы, влияющие на соотношение изомеров. Согласованная и несогласованная ориентация двух и более заместителей.

Расчет молекулы бензола по методу МОХ: диаграмма энергетических уровней, энергии МО. Энергия делокализации  $\pi$ - электронов (энергия резонанса). Графические изображения  $\pi$ -МО. ВЗМО и НСМО бензола. Правила ориентации в реакциях SEAg в терминах концепции граничных орбиталей.

#### 9. Элементоорганические и металлоорганические соединения

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

диоксидом углерода, альдегидами, кетонами). Синтетическое значение этих реакций. Реакция Гриньяра с галогенидами различных элементов как метод получения элементоорганических соединений. Применение литийорганических соединений в органическом синтезе.

Органические соединения натрия, меди и ртути. Получение. Общая характеристика химических свойств. Применение в органическом синтезе. Механизм оксимеркурирования алкенов.

Комплексы переходных металлов. Общая характеристика переходных металлов и лигандов. Строение. Типы превращения комплексов переходных металлов. Их роль в катализе промышленно важных органических реакций и асимметрическом синтезе. Механизмы важнейших реакций в присутствии комплексов и солей переходных металлов: гомогенное гидрирование, гидроформилирование алкенов. Представление о бороорганических, кремнийорганических и фосфорорганических соединениях.

## *Модуль 2. Химия производных углеводородов*

### 10. Галогенпроизводные

Алкил- и аллилгалогениды. Изомерия. Номенклатура. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Реакции нуклеофильного замещения и отщепления. Понятие нуклеофильности и основности реагентов. Амбидентные нуклеофильные реагенты. Бимолекулярный механизм нуклеофильного замещения. Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных: строение субстрата, характер уходящей группы, сила нуклеофильного реагента, природа растворителя. Стереохимия реакций SN2. Мономолекулярный механизм нуклеофильного замещения (SN1). Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных: строение субстрата, природа нуклеофильного агента и растворителя. Ацидофильный катализ. Стереохимия реакций SN1. Реакции отщепления. β-Элиминирование. Механизмы E1 и E2. Бимолекулярный механизм отщепления (E2). Влияние отдельных факторов (структура субстрата, природа реагента и растворителя, температура) на реакционную способность галогеналканов. Стереохимия реакций E2. Направление реакций отщепления: правила Зайцева и Гофмана. Факторы, влияющие на направление реакций отщепления: устойчивость алкена и стерические эффекты. Конкуренция реакций SN1 и E1, SN2 и E2. Винилгалогениды. Особенности связи углерод-галоген. Реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения, элиминирования, электрофильного присоединения. Ароматические галогенопроизводные. Особенности связи углерод-галоген и реакции замещения галогена. Механизм замещения галогена в активированных галогенаренах (SN2 аром). Неактивированные галогенопроизводные ароматических углеводородов; ариновый механизм замещения галогена. Важнейшие представители: метилхлорид, хлороформ, дихлорэтан, фреоны, гексахлорциклогексан, винилхлорид, тефлон, хлорбензол, хлоропрен, ДДТ. Экологические проблемы применения галогенопроизводных.

### 11. Спирты. Фенолы. Простые эфиры. Эпоксисоединения.

Одноатомные спирты. Классификация и номенклатура. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в спиртах, влияние на физические свойства. Химические свойства. ОН-Кислотность: образование алкоголятов, их строение и свойства. Основность и нуклеофильность спиртов и алкоксид-ионов: реакции алкилирования. Получение сложных эфиров органических и неорганических кислот. Реакции нуклеофильного замещения спиртов: особенности реакций SN1 и SN2, реакционная способность, стереохимия, перегруппировки. Реакции элиминирования. Внутримолекулярная дегидратация: механизм, реакционная способность, направление отщепления. Правило Зайцева. Каталитическая дегидратация. Реакции спиртов с галогенидами фосфора и серы: механизмы и стереохимия. Окисление и дегидрирование. Применение в промышленности. Спирты в биологии. Многоатомные спирты. Гликоли. Глицерин. Способы получения. Физические и химические свойства. Практическое

применение. Ненасыщенные спирты. Особенности строения и свойства. Аллиловый, пропаргиловый, бензиловый спирты. Виниловый спирт. Способы получения ненасыщенных спиртов и их производных. Применение в промышленном органическом синтезе.

Фенолы. Классификация и номенклатура. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Реакции гидроксигруппы. Кислотность. Влияние заместителей в кольце на кислотность. Образование феноксидов, их строение и свойства. Реакции алкилирования и ацилирования. Реакции ароматического ядра: галогенирование, нитрование, сульфирование, нитрозирование. Реакция Кольбе. Взаимодействие с формальдегидом. Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы. Перегруппировки аллиловых и сложных эфиров фенолов. Применение в промышленном органическом синтезе.

Простые эфиры. Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Основность. Реакции расщепления. Окисление кислородом воздуха. Применение в органическом синтезе. Эпоксисоединения. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение этиленоксида. Химические свойства. Реакции с раскрытием эпоксидного кольца. Механизмы реакций и направление раскрытия кольца. Применение в промышленном органическом синтезе.

## 12. Нитросоединения. Амины. Диазосоединения.

Нитросоединения. Классификация и номенклатура. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Таутомерия первичных и вторичных алифатических нитросоединений. Причины подвижности атома водорода при  $\alpha$ -углеродном атоме.  $\text{NH}$ -Кислотность первичных и вторичных нитроалканов и жирноароматических нитросоединений. Реакции со щелочами. Строение солей. Ароматические нитросоединения. Реакции восстановления, их практическое значение. Применение в промышленности; токсичность нитросоединений. Амины. Классификация и номенклатура. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Строение и основность. Реакции с кислотами, строение солей, их номенклатура и свойства. Алкилирование и ацилирование; механизмы этих реакций. Четвертичные аммониевые соли и основания: строение, свойства; расщепление четвертичных аммониевых оснований, направление реакций. Правило Гофмана. Енамины: алкилирование енаминов, сопряженное присоединение енаминов к  $\alpha, \beta$ -ненасыщенным карбонильным соединениям. Реакции аминов с азотистой кислотой. Особенности реакций электрофильного замещения в ароматических аминах (нитрование, галогенирование, сульфирование). Применение в промышленном органическом синтезе. Амины в биологии. Диазосоединения. Получение диазосоединений реакцией диазотирования: условия проведения реакции и механизм; различия в устойчивости насыщенных и ароматических диазосоединений. Физические свойства. Пространственное и электронное строение ароматических диазосоединений в зависимости от pH среды, таутомерные превращения. Химические свойства. Реакции, протекающие с выделением азота: замещение диазониевой группы на гидроксигруппу, алкоксигруппу, фтор, иод. Реакции радикального замещения диазогруппы на хлор, бром, цианогруппу, водород. Реакции, протекающие без выделения азота: восстановление до арилгидразинов. Азосочетание. Получение и применение азосоединений.

## 13. Альдегиды и кетоны

Альдегиды и кетоны. Классификация и номенклатура. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Основность. Реакции нуклеофильного присоединения: механизм, основной и кислотный катализ, стереохимия. Реакции присоединения O-нуклеофилов (вода, спирты, алкоколяты), S-нуклеофилов (гидросульфит натрия), C-нуклеофилов (циановодород, металлоорганические соединения - соединения Li, Na, Mg, реактивы Виттига). Реакции с N-нуклеофилами: механизм



нуклеофильного присоединения-отщепления (аммиак, первичные и вторичные амины, гидроксилмин, гидразины). Реакции с галогено-нуклеофилами. Относительная реакционная способность альдегидов и кетонов. Реакции с участием  $\alpha$ -водородных атомов. СН-Кислотность и кето-енольная таутомерия. Енолизация. Реакции  $\alpha$ -галогенирования. Альдольное присоединение, кротоновая конденсация. Механизмы реакций. Конденсация Кляйзена. Реакция Перкина, ее механизм. Реакции окисления. Реакция Канниццаро, ее механизм. Восстановление до спиртов и углеводов; стереохимия. Реакции ароматических альдегидов и кетонов с участием ароматического ядра. Применение в промышленном органическом синтезе.

$\alpha$ ,  $\beta$ -Ненасыщенные альдегиды и кетоны. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство. Реакции присоединения электрофильных и нуклеофильных реагентов. 1,2- и 1,4-Присоединение. Механизм реакций 1,2- и 1,4-присоединения металлоорганических соединений. Каталитическое влияние солей меди. Окисление и восстановление.

Кетены. Номенклатура. Способы получения. Строение. Физические и химические свойства. Применение в органическом синтезе. Дикетен. Хиноны. Классификация. Номенклатура. Строение 1,4-бензохинона. Химические свойства: восстановление, комплексы с переносом заряда, реакции присоединения электрофильных и нуклеофильных реагентов. 1,2- и 1,4-Присоединение. Применение.

#### 14. Карбоновые кислоты и их производные

Одноосновные карбоновые кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в карбоновых кислотах. Физические свойства. Химические свойства. ОН-Кислотность. Зависимость между строением и кислотностью. Основность карбоновых кислот. Реакции с нуклеофильными реагентами (аммиак, спирты). Реакция этерификации, ее механизм. Образование галогенангидридов. Реакции карбоновых кислот с участием  $\alpha$ -углеродных атомов:  $\alpha$ -галогенирование. Восстановление. Реакции декарбоксилирования. Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды (ацилгалогениды), ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Особенности пространственного и электронного строения. Важнейшие свойства. Реакции N- и O-ацилирования, их механизмы. Относительная реакционная способность функциональных производных карбоновых кислот. Кислотный и основной катализ. Реакции гидролиза. Восстановление. Практическое применение карбоновых кислот и их функциональных производных. Высшие жирные кислоты. Способы получения. Физические и химические свойства. Функциональные производные высших жирных кислот. Высшие жирные кислоты в биологии. Простые липиды: жиры и масла. Воски. Сложные липиды. Простагландины, особенности молекулярной структуры

Многоосновные карбоновые кислоты. Дикарбоновые кислоты жирного и ароматического ряда. Номенклатура. Физические и химические свойства. ОН-Кислотность. Образование функциональных производных. Реакции, протекающие при нагревании. Циклические ангидриды: получение, свойства. Малоновый эфир. Получение. Строение. СН-Кислотность. Натриймалоновый эфир: строение, реакции алкилирования, гидролиза, декарбоксилирования. Синтезы карбоновых кислот из малонового эфира. Реакции конденсации малонового эфира и малоновой кислоты с альдегидами. Применение дикарбоновых кислот в промышленном органическом синтезе.

$\alpha$ , $\beta$ - Ненасыщенные карбоновые кислоты и их функциональные производные. Пространственная изомерия. Способы получения. Химические свойства. Кислотность  $\alpha$ , $\beta$ -ненасыщенных карбоновых кислот. Реакции присоединения электрофильных и нуклеофильных реагентов. 1,2- и 1,4- Присоединение. Реакция Михаэля (сопряженное нуклеофильное присоединение). Гидрирование и восстановление. Окисление. Ненасыщенные дикарбоновые кислоты: фумаровая и малеиновая. Способы получения. Важнейшие свойства. Альдегидо- и кетокислоты. Классификация и номенклатура.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -

Альдегидо- и кетокислоты. Глиоксильная, пировиноградная и ацетоуксусная кислоты, их свойства. Ацетоуксусный эфир. Способы получения, строение. Кето-енольная таутомерия. Реакции кетонной и енольной форм. Натрийацетоуксусный эфир. Строение. Реакции С- и О-алкилирования, их механизмы. Реакции ацилирования. Синтезы кетонов и кислот с помощью ацетоуксусного эфира. Галогенозамещенные кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения  $\alpha$ - и  $\beta$ -галогенозамещенных кислот. Зависимость химических свойств от взаимного расположения галогена и карбоксильной группы; нуклеофильное замещение оптически активных  $\alpha$ -галогенозамещенных кислот: механизмы, стереохимический результат. Гидроксикислоты: классификация и номенклатура. Способы получения. Особенности свойств  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гидроксикислот. Лактоны. Аминокислоты. Способы получения. Строение. Важнейшие физические и химические свойства. Амфотерный характер. Лактамы.

Гидрокси- и аминокислоты бензольного ряда. Получение, свойства и применение в промышленном органическом синтезе.

#### 15. Сульфоновые кислоты

Номенклатура. Способы получения. Химические свойства. Кислотность. Функциональные производные: получение и свойства. Сульфаниламиды, применение. Применение сульфоновых кислот в органическом синтезе.

#### 14. Гетероциклические соединения

Гетероциклические соединения. Классификация. Гетероциклические ароматические соединения. Особенности молекулярной структуры. Пятичленные гетероциклические соединения: фуран, пиррол, тиофен. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Ароматичность. Особенности реакций электрофильного замещения. Ацидофобность. Применение модифицированных электрофильных реагентов. Реакционная способность и ориентация. Орбитальный контроль. NH- Кислотность пиррола. Важнейшие реакции пирролат-аниона. Пиррольный цикл - структурный фрагмент природных и биологически активных соединений. Шестичленные и полиядерные гетероциклические соединения: пиридин, хинолин, акридин. Пиридин. Электронное строение и ароматичность. Основность и нуклеофильность. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения: реакционная способность и ориентация. Таутомерия 2- и 4-гидрокси и аминопиридинов. Соединения с несколькими гетероатомами в цикле: диазолы, оксазолы, диазины и триазины. Общая характеристика химических свойств. Гетероциклические соединения в биологии. Пуриновые и пиримидиновые основания.

#### 15. Биоорганические соединения.

Углеводы. Классификация и номенклатура. Строение и конфигурация. D- и L- Сахариды. Глюкоза. Формулы Фишера и Хеурса. Аномеры. Эпимеры. Физические и химические свойства моносахаридов. Фруктоза, рибоза, дезоксирибоза. Дисахариды: мальтоза, лактоза, целлобиоза, сахароза. Строение и свойства. Полисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза.

Белки. Протеиногенные аминокислоты. Классификация и номенклатура. Классификация. Стереои́зомерия. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Пептиды. Пептидная связь. Классификация белков и их структура (первичная, вторичная, третичная и четвертичная). Синтез полипептидов.

Нуклеозиды и нуклеотиды. Понятие о строении и составе ДНК и РНК. Принцип химического синтеза нуклеотидов и полинуклеотидов. Биологическая роль ДНК и РНК: передача наследственной информации, генетический код.

#### *Модуль 3. Лабораторные работы*

Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии.

Хроматография. Виды хроматографии. Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания.

Общие методы работы в лаборатории органической химии. Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание.

Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Переосаждение. Перекристаллизация. Определение температуры плавления. Метод «смешанной пробы», депрессия температуры плавления.

Методы очистки жидких веществ. Простая и фракционная перегонка. Перегонка при атмосферном и пониженном давлении.

Методы выделения органических веществ из реакционной смеси. Экстракция. Перегонка с водяным паром. Отгонка растворителя.

Методы спектральной идентификации органических соединений.

Синтезы органических веществ. Общие правила подготовки и проведения синтеза. Задача и сущность эксперимента. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции. Выделение, очистка и анализ продукта.

#### Модуль 4.

Цель состоит в приобретении студентом навыков проведения целенаправленного синтеза (3 или более стадий) органических соединений, как известных в литературе, так и новых, ранее неописанных.

Ознакомление со справочной литературой, системами компьютерного поиска синтетических решений в электронных базах данных. Выбор оптимальной схемы синтеза целевого органического соединения на основе полученной информации. Планирование синтеза с учетом методик и протоколов современной органической химии.

Изучение методов идентификации новых соединений - метода ядерного магнитного резонанса (на ядрах  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ ), метода масс-спектрометрии, анализа элементного состава.

Правила оформления результатов научной работы в форме научной статьи и научного доклада. Ознакомление с требованиями оформления статей в отечественных и зарубежных периодических изданиях.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>18</b>	<b>648</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>10</b>	<b>361</b>
Лекции (Лек)	4	144
Практические занятия (ПЗ)	2	72
Лабораторные занятия (Лаб)	4	144
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>7</b>	<b>251,4</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,6
<b>Вид контроля: зачёт (2), зачёт с оценкой, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>18</b>	<b>486</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>10</b>	<b>270,75</b>
Лекции (Лек)	4	108
Практические занятия (ПЗ)	2	54
Лабораторные занятия (Лаб)	4	108
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>7</b>	<b>188,55</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		53,7
<b>Вид контроля: зачёт (2), зачёт с оценкой, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

## «Философия» (Б1.Б.11)

**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 использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-2).

*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, аргументированно отстаивать свою позицию по значимым философским проблемам современной жизни, опираясь на наработанный в истории философии материал; применять полученные философские знания к решению профессиональных задач;

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

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

Введение. Философия, ее происхождение и роль в обществе.

*Модуль 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.

*Модуль 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.

*Модуль 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.



#### Модуль 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.

#### Модуль 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	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>72,6</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4</b>	<b>143,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		53,8
<b>Вид контроля: зачёт, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>54,45</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1	27
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4</b>	<b>107,85</b>
Контактная самостоятельная работа	1,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		40,35
<b>Вид контроля: зачёт, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

#### «Вычислительные методы в химии» (Б1.Б.12)

##### 1. Цель дисциплины:

- ознакомление с основными понятиями современной вычислительной химии;
- изучение основных разделов вычислительной химии и их применения для понимания природы свойств химических систем;
- ознакомление с новыми разделами теории химической связи, возникшими на основе развития вычислительных методов в химии.

- ознакомление с основными методами вычислительной структурной химии молекул и больших химических и биологических систем.
- приобретение навыков работы с основными компьютерными программами, используемыми в практике инфракрасной колебательной спектроскопии органических соединений.

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ПК-6).

*Знать:*

- основные понятия современной вычислительной химии;
- принципы и примеры применения современной вычислительной химии к конкретным химическим системам;
- основные взаимосвязи между современной вычислительной химией и электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, применяемые для управления свойствами материалов;
- возможности основных современных методов вычислительной химии.

*Уметь:*

- применять методы вычислительной химии для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств химических систем.

*Владеть:*

элементарными навыками применения подходов и методов вычислительной химии при решении практических технологических задач с помощью стандартных компьютерных технологий.

**3. Краткое содержание дисциплины**

Введение. Роль и место вычислительных методов в химии.

*Модуль 1. Основные представления*

Математические модели в химии. Вычислительные методы в химии. Математические модели и их приближенный характер. Роль модели в научном исследовании. Модели, алгоритмы и программы. Численный эксперимент. Элементы теории погрешностей. Приближенные числа и функции. Правила записи и округления приближенных чисел и действий над ними. Абсолютная и относительная погрешность вычисления суммы и разности, произведения и частного приближенных чисел. Абсолютная и относительная погрешность вычисления функции одной и нескольких переменных. Системы координат. Декартова, полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат. Связь между ними. Описание водородоподобных атомов в сферической системе координат.

*Модуль 2. Скалярные и векторные величины. Матрицы и операторы*

Элементы векторного анализа. Скалярные и векторные величины. Сложение и вычитание векторов. Скалярное и векторное произведение векторов. Произведения трех векторов. Дифференцирование вектора по скалярному аргументу. Применение векторов для описания структуры кристаллов. Скалярные и векторные поля. Скалярное поле. Градиент скалярной функции. Векторное поле. Дивергенция и ротор вектора. Потенциальное поле. Теорема Остроградского-Гаусса. Теорема Стокса. Практические приложения скалярного и векторного анализа в химии. Атомы в молекулах и взаимодействия между ними. Внутримолекулярное электрическое поле и электростатические взаимодействия в молекулярных системах и кристаллах. Матрицы и операторы. Матрицы и операции над ними. Транспонированная, эрмитова и обратная матрицы. Операторы в химии. Операторы основных физико-химических величин. Коммутация операторы. Оператор Гамильтона и

его компоненты. Линейный вариационный метод Ритца. Применения операторов и матриц в химии: вариационный метод решения уравнения Шредингера.

### *Модуль 3. Вычислительные методы в химических задачах*

Математические методы классического описания структуры и динамики молекул. Движение молекулы в лабораторной системе отсчета и в системе центра масс. Описание вращательного движения молекулы. Матрица тензора момента инерции молекулы. Главные моменты инерции молекулы. Моменты инерции молекул различного строения. Уравнения механики в обобщенных координатах. Понятие обобщенных координат. Уравнения Лагранжа. Уравнения Гамильтона. Функция Гамильтона как полная энергия консервативной изолированной системы. Колебания атомов в молекуле в обобщенных координатах. Гармонический потенциал. Гармонические колебания атомов в молекуле. Нормальные валентные колебания атомов в молекуле: симметричные, антисимметричные, деформационные. Инфракрасная колебательная спектроскопия. Математические модели ИК-спектроскопии. ИК-спектры поглощения органических соединений. Механическая модель молекулы. Приближения, лежащие в основе механической модели молекулы. Поверхность потенциальной энергии молекулы и ее характеристики. Ядерная конфигурация молекулы и молекулярная структура. Энергетические барьеры на ППЭ. Валентные изомеры и конформеры. Конформационный анализ. Внутренние координаты молекулы. Потенциальная энергия молекулы в рамках механической модели молекулы. Приближение аддитивности парных атомных взаимодействий. Силовые постоянные молекулы и их расчет. Ангармонизм атомных колебаний. Потенциал Морса. Вращательные барьеры молекул. Потенциальная энергия молекулы. Потенциальная энергия молекулы как параметрическая функция внутренних координат атомов. Электростатическое взаимодействие атомов и молекул. Мультипольная модель. Атом-атомное приближение Китайгородского. Энергия Ван-дер-Ваальса. Потенциалы Леннарда-Джонса и Бэкингема-Хилла. Водородная связь. Недостатки механической модели молекулы. Вычислительные методы для больших молекулярных систем. I. Молекулярный ансамбль. Функции распределения. Метод молекулярной динамики. Метод Монте-Карло. Вычислительные методы для больших молекулярных систем. II. Вычислительный аспект теории функционала плотности. Метод Кона-Шэма. Неорбитальный подход. Вычислительные методы для больших молекулярных систем. III. Метод Кара-Парринелло. Гибридные методы «квантовая механика-молекулярная механика».

*Заключение. Вычислительные методы - современный инструмент прогноза в химии.*

#### **4. Объем учебной дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>72,6</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>71,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,8
<b>Вид контроля: зачёт, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В астр. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>54,45</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1	27
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>53,85</b>

Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,35
<b>Вид контроля: зачёт, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

### «Кристаллохимия» (Б1.Б.13)

- 1. Цель дисциплины** – формирование у слушателей представления о строении кристаллов, о связи его с физико-химическими свойствами кристаллов и природой химического взаимодействия
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:
  - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
  - способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5).

#### *Знать:*

простейшие группы самосовмещений, закрытые элементы симметрии, взаимосвязь между элементами симметрии, операциями симметрии, международную символику и символику Шенфлиса для обозначения точечных групп, точечные группы низшей, средней и высшей категории, Координатные системы кристаллов, кристаллографические точечные группы, открытые элементы симметрии, трехмерные группы трансляций- решетки Браве, обозначения пространственных групп симметрии, обозначения узлов, рядов, плоскостей, правила определения числа формульных единиц, типы плотных и плотнейших упаковок, соотношение определенных по геометрии пустот, возможных в плотных и плотнейших упаковках, положение тетраэдрических и октаэдрических пустот в гексагональной и кубической кладках, основные структурные типы металлов, неметаллов, бинарных.

#### *Уметь:*

уметь осуществлять симметрические преобразования геометрическим и алгебраическим способами, определять точечную группу конечной фигуры, молекулы с определенной геометрией по набору закрытых элементов симметрии, изобразить проекцию элементов симметрии; определять все элементы симметрии соответствующие определенной точечной группе, определить кристаллографический класс, сингонию, точечную группу кристалла, определять тип элементарной ячейки(решетки Браве), определять положение узла, ряда плоскости в кристаллической решетке по их обозначениям; определять число формульных единиц в кристаллической структуре и рассчитывать рентгенографическую плотность, определять положение тетраэдрических и октаэдрических пустот в гексагональной и кубической кладка, изобразить проекцию структуры, определить пространственную группу для изученных структур, тип координационного полиэдра, рассчитать рентгенографическую плотность и число формульных единиц.

#### *Владеть:*

практическими навыками исследования кристаллических структур.

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

*Модуль 1.* Операции и элементы симметрии. Взаимодействие операций. Тожественное преобразование. Собственные и несобственные вращения, хиральные фигуры. Группа операций симметрии, порядок группы, подгруппа. Геометрические образы несобственных вращений в системах Шенфлиса и Германа-Могена, взаимосвязь порядков зеркально-поворотных и инверсионных осей. Категории и семейства точечных групп по Шенфлису и Герману-Могену. Точечные группы геометрических фигур и молекул. Симметрия правильных многогранников (платоновых тел). Формула Эйлера.



Орбита точечной группы, кратность орбиты и локальная симметрия ее точек. Симметрически независимая область фигуры. Предельные группы бесконечного порядка. Принципы Кюри и Неймана.

*Модуль 2.* Трансляционная симметрия и кристаллическая решетка, параметры элементарной ячейки. Кристаллографические и некристаллографические закрытые элементы симметрии. Сингонии, голоэдрические группы, кристаллографические классы. Примитивные и центрированные решетки; классы (решетки) Браве. Индексы направлений и плоскостей в решетке.

*Модуль 3.* Открытые кристаллографические элементы симметрии, их обозначение по Герману-Могену и действие. Энантиоморфные винтовые оси. Взаимодействие открытых элементов с закрытыми и между собой. Пространственные группы, их символы по Герману-Могену, связь с кристаллографическим классом. Симморфные и несимморфные группы. Системы эквивалентных позиций (орбиты) пространственных групп, кратность общей позиции. Графики простейших групп низших и средних сингоний: (P1, P $\bar{1}$ , P2, P21, C2, Pm, Pc, Cm, Cc, P2/m, P2/c, P21/m, P21/c, C2/m, C2/c, P222, P212121, Pmm2, Pmmm, P4, I4, P41, P42, P $\bar{4}$ , I4, I41, I $\bar{4}$ , P3, P31, P6, P61, P62, P63). Интернациональные таблицы и содержащаяся в них информация о пространственных группах.

*Модуль 4.* Принцип работы и спектр рентгеновской трубки. Дифракция рентгеновского излучения на кристалле. Формула Брегга, кристаллы-монокроматоры. Блок-схема рентгеновского дифрактометра. Мозаичное строение реального кристалла, зависимость полуширины рефлекса от размера области когерентного рассеяния, формула Шерера.

*Модуль 5.* Межплоскостные расстояния и индексы рефлексов, понятие об обратной решетке. Связь индексов hkl с межплоскостными расстояниями для кристаллов орторомбической, тетрагональной и кубической сингоний. Интегральные интенсивности рефлексов и комплексные структурные амплитуды Fhkl. Понятие о проблеме фаз и методах расшифровки кристаллических структур. Основные этапы рентгеноструктурного анализа монокристаллов (РСА). Параметры тепловых колебаний, R-фактор. Базисы структурных данных (CSD): поиск и обработка содержащейся в них структурной информации.

*Модуль 6.* Межатомные взаимодействия в кристаллических металлах. Структуры металлов: плотные и плотнейшие шаровые упаковки на плоскости и в пространстве (ПК, ПГ, ОЦК, ГПУ, ГЦК) с примерами металлов; виды и размеры пустот в этих упаковках. Полиморфные модификации (Fe), многослойные шаровые упаковки (La, Sm). Искажения плотнейших упаковок в структурах Zn, Cd, In и Hg. Зависимость физических свойств металлов от их строения и межатомного связывания. Простейшие интерметаллиды: Cu3Au (фазовый переход "порядок - беспорядок") и Nb3Sn (атомный мотив " $\bar{1}$ W"). Нестехиометрические фазы внедрения, карбиды вольфрама. Понятие о кластерах и наночастицах металлов.

*Модуль 7.* Принципы строения простых веществ - неметаллов: ковалентные и ван-дер-ваальсовы взаимодействия, мотивы расположения атомов в кристалле (островной, цепочечный, трубчатый, слоистый, каркасный). Аллотропия, полиморфизм и изоморфизм, политипы в неметаллах.

*Модуль 8.* Общие подходы к моделированию кристаллических структур. Идеальные и реальные кристаллы. Тепловое движение в кристаллах способы его описания. Квантовохимические и эмпирические методы расчета равновесной кристаллической структуры. Использование молекулярных кластеров для моделирования поля кристаллов.

*Модуль 9.* Основы прецизионных рентгенодифракционных исследований. Мультипольная модель описания электронной плотности в кристаллах. Применение топологического анализа функции распределения электронной плотности и функции локализации электронных пар (ELF) для описания строения соединений.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>90</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,8</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>67,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,7
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

#### «Квантовая химия» (Б1.Б.14)

##### 1. Цель дисциплины –

- ознакомления с основными понятиями современной квантовой химии;
- изучения принципов основных квантово-химических методов расчета строения и свойств химических систем;
- ознакомления с основными представлениями теории химической связи и межмолекулярных взаимодействий;
- ознакомление с особенностями химической связи, межмолекулярных взаимодействий и свойств молекулярных и супрамолекулярных систем, полимеров и элементов живых систем;
- ознакомление с элементами методов квантово-химического описания химических реакций;
- ознакомление с квантово-химическим описанием электронной структуры твердых тел;
- приобретения навыков работы с основными квантово-химическими компьютерными программами, используемыми на практике.

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3);
- владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9).

*Знать:*

- основные положения квантовой химии, современной теории химической связи и межмолекулярных взаимодействий и примеры ее применения к конкретным химическим системам;
- принципы количественной характеристики атомной и электронной структуры молекулярных и супрамолекулярных систем и полимеров;
- основные взаимосвязи между электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, лежащие в основе управления свойствами материалов;
- 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, супрамолекулярных систем и полимеров.

*Владеть:*

- элементарными навыками применения квантово-химических подходов и методов 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.

*Модуль 1. Общие принципы.*

Основные положения квантовой механики. Вариационный метод нахождения волновых функций. Приближение независимых частиц. Метод самосогласованного поля. Приближение центрального поля. Атомные орбитали и их характеристики. Антисимметричность электронной волновой функции. Спин-орбитали. Детерминант Слейтера. Методы Хартри-Фока и Кона-Шэма, химическая трактовка результатов. Электронные конфигурации атомов с точки зрения квантовой химии.

*Модуль 2. Методы квантовой химии.*

Приближение Борна-Оппенгеймера, адиабатический потенциал и понятие молекулярной структуры. Методы Хартри-Фока и Кона-Шэма для молекулы. Приближение МО ЛКАО.

Электронная корреляция. Метод конфигурационного взаимодействия. Теория возмущений. Расчет энергии диссоциации химических связей. 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.  $p$ -электронное приближение. Метод Парризера-Попла-Парра. Простой и расширенный методы Хюккеля.

Точность квантово-химических расчетов химических свойств молекул.

*Модуль 3. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия. Квантово-химическое описание реакций и электронная структура твердых тел.*

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. Деформационная электронная плотность. Топологическая теория химической связи. Электростатический и энергетический аспекты описания химической связи. Электронное строение многоатомных молекул. Квантово-химический анализ межмолекулярных взаимодействий. Водородная связь. Методы расчета супрамолекулярных систем. Квантовая химия элементов живых систем.

Квантово-химическое описание химических реакций в газовой фазе. Поверхность потенциальной энергии химической реакции. Путь химической реакции, координата

реакции. Переходное состояние или активированный комплекс. Особые точки равновесных и переходных состояний. Методы описания химических реакций. Индексы реакционной способности. Электронная структура твердых тел. Одноэлектронные волновые функции в кристаллах и методы их расчета. Уровень Ферми. Зонная структура твердых тел и обусловленные ею свойства.

Заключение. Квантовая химия как инструмент прогноза в химии.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3</b>	<b>108,6</b>
Лекции (Лек)	1,5	54
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,8
<b>Вид контроля: Экзамен, зачёт</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3</b>	<b>81,45</b>
Лекции (Лек)	1,5	40,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		53,85
<b>Вид контроля: Экзамен, зачёт</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

#### «Физическая химия» (Б1.Б.15)

- 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 к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4).

*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;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведённых опытов;
- 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**

#### *Модуль 1*

Химическая термодинамика. Термодинамические системы и термодинамические параметры. Экстенсивные и интенсивные свойства системы. Термодинамический процесс. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия системы. Теплота и работа как формы передачи энергии от системы к системе. Механическая работа (работа расширения) и полезная работа. Формулировки первого начала термодинамики. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в изохорном, изобарном и изотермическом процессах. Теплоемкость веществ, молярная теплоемкость. Теплоемкость твердых веществ и жидкостей, теплоемкость идеальных газов, взаимосвязь  $c_p$  и  $c_v$  идеального газа. Зависимость теплоемкости от температуры, степенные ряды. Тепловой эффект химического процесса. 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. Самопроизвольные и несамопроизвольные, обратимые и необратимые, равновесные (квазистатические) и неравновесные процессы. Работа равновесного и неравновесного процессов.

Формулировки второго начала. Энтропия как критерий равновесия и направленности самопроизвольных процессов в изолированных системах. Расчет изменения энтропии в различных процессах, связанных с изменением состояния идеального газа. Изменение энтропии в процессе смешения идеальных газов. Изменение энтропии при фазовых переходах. Постулат Планка (третий закон термодинамики). Статистическая интерпретация второго начала термодинамики. 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 и предела протекания процессов. Зависимость энергии Гельмгольца и энергии Гиббса от параметров состояния, характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Расчет стандартных энергий Гиббса и Гельмгольца химических реакций при различных температурах.

Элементы статистической термодинамики. Механическое описание молекулярной системы. Функция распределения Максвелла - Больцмана. Статистические средние значения макроскопических величин. Ансамбли Гиббса. Функции распределения для канонического и макроканонического ансамблей. Энтропия и термодинамическая вероятность. Формула Больцмана. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций - внутренней энергии, энтропии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса.

Элементы термодинамики необратимых процессов. Описание необратимых процессов в термодинамике. Феноменологические законы для скоростей процессов. Необратимые процессы и производство энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Теорема Пригожина. Соотношения взаимности Онзагера и их использование в линейной термодинамике необратимых процессов. Системы переменного состава. Химический потенциал компонента системы. Зависимость химического потенциала от давления и температуры. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава. Химический потенциал идеального газа и компонента смеси идеальных газов. Химический потенциал реального газа, фугитивность (летучесть), коэффициент фугитивности.

Химическое равновесие. Закон действующих масс. Термодинамическая и эмпирические константы химического равновесия. Константы равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций, идеальных и неидеальных реакционных систем. Смещение химического равновесия при изменении давления и добавлении в систему инертного газа.

Уравнение изотермы химической реакции (изотермы Вант-Гоффа), химическое сродство. Влияние температуры на константу химического равновесия, вывод и анализ уравнений изобары и изохоры химической реакции (изобары и изохоры Вант-Гоффа), интегрирование уравнений. Расчет среднего и истинного теплового эффекта химических реакций из зависимости константы равновесия от температуры. Расчет констант равновесия из стандартных термодинамических функций реакций, вычисление  $K_a$  из приведенных энергий Гиббса. Вычисление констант равновесия химических реакций по справочным данным о константах равновесия реакций образования соединений из простых веществ.

Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса (без вывода). Диаграмма фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Тройная и критическая точки. Применение правила фаз Гиббса для анализа фазовых равновесий в однокомпонентных системах. 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, интегрирование уравнения для процессов испарения и возгонки. Определение координат тройной точки. Взаимосвязь энтальпий плавления, испарения и возгонки в тройной точке. Применение уравнения

Клапейрона-Клаузиуса для расчета изменения термодинамических функций при фазовых превращениях. Эмпирическое правило Трутона.

Термодинамическая теория растворов. Классификация растворов. Способы выражения состава раствора. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема. Идеальные растворы. Термодинамические функции смешения для идеальных растворов, закон Рауля. Предельно-разбавленные растворы, закон Генри. Неидеальные растворы, положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Термодинамическое описание неидеальных растворов, активность, коэффициент активности. Стандартные состояния компонентов раствора. Симметричная и несимметричная системы сравнения. Расчет активности и коэффициентов активности компонента раствора. Коллигативные свойства растворов нелетучих веществ в летучем растворителе. Криоскопия, эбуллиоскопия. Осмос, осмотическое давление.

Фазовые равновесия в многокомпонентных системах. Диаграммы «давление-состав», «температура-состав», «состав пара-состав жидкости» для идеальных и неидеальных растворов. Законы Гиббса-Коновалова, Азеотропия. Физико-химические основы разделения жидких смесей, ректификация. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Системы с верхней и нижней температурой расслаивания. Правило Алексева. Перегонка с водяным паром. Термический анализ, кривые охлаждения, построение диаграммы плавкости по кривым охлаждения. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Изоморфизм. Типы твердых растворов. Диаграммы плавкости изоморфно кристаллизующихся веществ. Диаграммы плавкости неизоморфно кристаллизующихся веществ (с образованием простой эвтектики, с образованием устойчивых и неустойчивых соединений). Определение состава эвтектики построением треугольника Таммана. Системы с ограниченной растворимостью веществ в твердой фазе. Применение правила фаз Гиббса к исследованию фазовых равновесий.

#### *Модуль 2*

Растворы электролитов. 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. Электростатическая теория Дебая-Хюккеля. Расчет активности и средних ионных коэффициентов активности сильных электролитов в разбавленных и концентрированных растворах и растворах умеренной концентрации. Удельная и молярная электрические проводимости. Скорость движения и подвижность ионов. Предельные молярные электропроводности ионов. Закон независимого движения ионов Кольрауша. Применение измерений электрической проводимости для определения степени и константы диссоциации слабых электролитов.

Электрохимические системы (цепи). Возникновение скачка потенциала на границе раздела проводников I и II рода. Двойной электрический слой. Электродвижущая сила гальванического элемента, электродный потенциал. Термодинамическая теория гальванических явлений, уравнение Нернста. Электрохимическая форма основного уравнения термодинамики, температурный коэффициент ЭДС. Электроды I и II рода, газовые и окислительно-восстановительные электроды. Типы гальванических элементов: химические, концентрационные, с переносом и без переноса. Химические источники тока, топливные элементы.

Химическая кинетика. Скорость химической реакции, константа скорости, порядок и молекулярность реакции. Кинетика необратимых реакций 1-го, 2-го, 3-го и нулевого порядков. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Сложные реакции. Принцип независимого протекания элементарных реакций. Обратимые, параллельные и последовательные реакции 1-го порядка. Влияние температуры на скорость реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение

Аррениуса, дифференциальная и интегральные формы уравнения. Экспоненциальная форма уравнения Аррениуса. Энергия активации и предэкспоненциальный множитель.

Теории химической кинетики: теория активных соударений и теория переходного состояния ТПС (активированного комплекса). Энтальпия и энтропия активации. Схема Линдемана. Причины неточности схемы Линдемана. Поправки Гиншельвуда и Касселя. Теория переходного состояния.

Фотохимические реакции. Химические и фотофизические стадии, вторичные процессы. Кинетика фотохимических реакций. Сенсибилизированные фотохимические реакции. Цепные реакции, механизмы зарождения, развития и обрыва цепи. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Вероятностная теория разветвленных реакций. Предельные явления в цепных реакциях, нижний и верхний пределы воспламенения.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>8</b>	<b>288</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4</b>	<b>144,6</b>
Лекции (Лек)	2	72
Практические занятия (ПЗ)	2	72
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		36,8
<b>Вид контроля: зачёт, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>8</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4</b>	<b>108,45</b>
Лекции (Лек)	2	54
Практические занятия (ПЗ)	2	54
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		27,85
<b>Вид контроля: зачёт, экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

#### «Физические методы исследования» (Б1.Б.16)

- 1. Цель дисциплины** – Формирование компетенций в области основных физико-химических методов установления состава и строения органических соединений, формирование навыков к самостоятельной работе с приборной и аналитической базой физико-химических методов анализа, компьютерным парком и онлайн базами данных
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ПК-6).

*Знать:*

- основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа, теорию химических и физико-химических методов анализа, принципы работы основных приборов в физико-химических методах;

*Уметь:*

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач; владеть: пониманием целей и алгоритмов химического анализа, способами решения аналитических задач, оценкой возможностей каждого метода анализа, основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;

*Владеть:*

- пониманием целей и алгоритмов химического анализа, способами решения аналитических задач, оценкой возможностей каждого метода анализа, основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;  
- иметь представление о единой логике химического анализа, о многообразии методов химического анализа и о контроле качества результатов количественного химического анализа.

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

#### *Модуль 1 Общие вопросы*

Методы определения физических свойств. Общая характеристика и классификация методов. Спектроскопические, дифракционные, электрические и магнитные методы. Энергетические характеристики различных методов. Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Интеграция методов.

#### *Модуль 2. Масс-спектрометрия*

Принципы масс-спектрометрии. Блок-схема масс-спектрометра. Отношение массы к заряду. Масс-спектр. Молекулярные предшественники. Стабильные и метастабильные ионы. Фрагментация. Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация. Ионный ток и сечение ионизации. Разрешающая сила масс-спектрометра. Времяпролетный масс-спектрометр. Квадрупольный масс-спектрометр. Спектрометр ион-циклотронного резонанса. Применение масс-спектрометрии. Идентификация вещества. Корреляция между молекулярной структурой и масс-спектрами. Измерение потенциалов появления ионов и определение потенциалов ионизации и энергии разрыва связей. Определение парциальных давлений компонентов газовых смесей. Эффузионная ячейка Кнудсена. Определение теплоты сублимации, теплоты реакции и константы равновесия.

#### *Модуль 3. Спектроскопические методы исследования*

Природа электромагнитного излучения, Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы как результат различных типов внутриатомных или внутримолекулярных взаимодействий. Спектры испускания, поглощения и рассеяния. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина). Принципиальная схема спектроскопических измерений в любой области спектра. Основные узлы спектральной установки. Источники электромагнитного излучения.

#### *Модуль 3. Газовая электронография*

Уравнения потока электронов для плоских и сферических волн. Рассеяние электронов жесткой молекулой. Введение функции распределения межъядерных расстояний. Кривая радиального распределения.

#### *Модуль 4. Методы колебательной спектроскопии*

Инфракрасные (ИК) спектры и комбинационное рассеяние света Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии, их классификация, фундаментальные, обертоновые и составные частоты. Интенсивность полос колебательных спектров. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР). Стоксовы и антистоксовы линии КР.



Определение геометрических параметров неполярных молекул. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Силовые постоянные. Учет симметрии молекулы. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы. Характеристичность нормальных колебаний. Определение силовых полей молекулы. Использование изотопозамещенных молекул. Корреляция силовых постоянных с другими параметрами и свойствами молекул. Применение методов колебательной спектроскопии для качественного и количественного анализа. Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР. ИК-спектроскопия твердых тел. Спектры пропускания, диффузного рассеяния, нарушенного полного внутреннего отражения, испускания. ИК-Фурье-спектроскопия, Фурье преобразование, выигрыши Жакино, Фелджета, Конна. Возможности колебательной спектроскопии в области обертонов и составных колебаний. Молекулы-зонды и тест-реакции. Фотоакустическая ИК-спектроскопия, метод фототермического отклонения луча.

*Модуль 5. Электронная спектроскопия. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой (УФ) областях*

Вероятности переходов между электронно-колебательно-вращательными состояниями. Принцип Франка-Кондона. Определение энергии диссоциации и других молекулярных постоянных. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни. Симметрия и номенклатура электронных состояний. Классификация и отнесение электронных переходов. Интенсивности полос различных переходов. Правила отбора и нарушения запрета. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах. Хромофоры. Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях. Люминесценция (флуоресценция и фосфоресценция). Фотофизические процессы в молекуле. Основные характеристики люминесценции (спектры поглощения и спектры возбуждения, времена жизни возбужденных состояний, квантовый и энергетический выход люминесценции). Синглетные и триплетные состояния. Закономерности люминесценции (закон Стокса-Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Тушение люминесценции. Практическое использование количественного люминесцентного анализа.

*Модуль 6. Рентгеновские методы исследования*

Природа рентгеновских спектров. Края поглощения. Взаимосвязь рентгеновских спектров поглощения и характеристических спектров испускания. Зависимость частоты перехода краев поглощения или линий испускания от величины порядкового номера элемента (закон Мозли). Классификация рентгеновских методов анализа. Анализ по первичному рентгеновскому излучению (рентгеноэмиссионный). Анализ по вторичному рентгеновскому излучению (рентгенофлуоресцентный). Закон Брэгга-Вульфа. Рентгеноабсорбционный анализ. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (электронная спектроскопия для химического анализа — ЭСХА). Метод ЭСХА как непосредственный экспериментальный метод измерения величины энергии химической связи. Возможности ЭСХА для анализа поверхностей. Оже-электронная спектроскопия, возможности ОЭС для анализа легких элементов. Синхротронное излучение и методы XAFS (EXAFS, XANES). Исследование координации и природы ближайшего окружения атомов.

*Модуль 7. Методы исследования оптически активных веществ. Дисперсия оптического вращения*

Круговая поляризация луча света. Вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света. Спиральная модель оптической активности. Вращательная сила перехода. Условия вращения плоскости поляризации. Дисперсия оптического

вращения. Эффект Коттона — аномальная дисперсия. Схема эксперимента. Применения к изучению конфигурации и конформации оптически активных веществ. Правило октантов.

#### *Модуль 8. Оптический круговой дихроизм.*

Уравнение поглощения света. Коэффициент экстинкции и молярного поглощения. Эллиптическая поляризация света. Зависимость оптического кругового дихроизма от длины волны. Схема измерений кругового дихроизма. Область применения в стереохимии электронном строении оптически активных веществ. Сравнение с дисперсией оптического вращения и УФ спектроскопией.

Аномальное рассеяние рентгеновских лучей. Нормальная дифракция и закон Фриделя. Рассеяние рентгеновских лучей с длиной волны, близкой к поглощению, — аномальное рассеяние. Определение абсолютной конфигурации молекул.

#### *Модуль 9. Магнетохимические и электрооптические методы исследования*

Поведение вещества во внешнем постоянном магнитном поле. Магнитная индукция, магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества. Природа явлений диа-, пара-, ферро- и ферромагнетизма. Диамагнетизм вещества и аддитивная схема Паскаля. Примеры структурного анализа в органической химии с помощью магнетохимического метода. Природа парамагнетизма. Квантовомеханический подход к описанию парамагнитного поведения системы с  $s = 1/2$ . Законы Кюри и Кюри—Вейса. Микроскопическая природа магнетизма. Магнитный момент парамагнитных систем с  $s > 1/2$ . Орбитальный магнитный момент и спин-орбитальное взаимодействие. Магнитные свойства неорганических соединений и комплексов переходных металлов. Особенности магнитных свойств полиядерных комплексов.

#### *Модуль 10. Релеевское рассеяние и эффект Керра*

Релеевское рассеяние света. Деполяризация при рассеянии на анизотропных молекулах. Анизотропия поляризуемости, коэффициенты деполяризации. Закон Керра. Связь молярной постоянной Керра с главными значениями поляризуемости молекул. Применения в конформационном анализе и исследованиях электронного строения молекул.

#### *Модуль 11. Эффект Фарадея и магнитный круговой дихроизм*

Уравнение для вращения плоскости поляризации света в магнитном поле. Константа Верде. Понятие о магнитооптической вращательной дисперсии и магнитном круговом дихроизме. Применение в органической химии и химии комплексных соединений. Резонансные методы.

#### *Модуль 12. Метод ЯМР*

Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие ядерного магнитного резонанса. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы и ширина сигнала. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Константа экранирования ядра. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Спин-спиновое взаимодействие ядер, его природа, число компонент мультиплетов, распределение интенсивности, правило сумм. Метод двойного резонанса. Применение спектров ЯМР в химии. Техника и методика эксперимента. Структурный анализ. Химическая поляризация ядер. Блок-схема спектрометра ЯМР, типы спектрометров.

#### *Модуль 13. Метод ЭПР*

Принципы спектроскопии электронного парамагнитного (спинового) резонанса. Условие ЭПР.  $g$ -Фактор и его значение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами. Число компонент мультиплета, распределение интенсивности. Константа СТС. Тонкое расщепление. Ширина линий. Приложение метода ЭПР в химии. Изучение механизмов химических реакций. Химическая поляризация электронов. Определение свободных радикалов и других

парамагнитных центров. Использование спиновых меток. Блок-схема спектрометра ЭПР, особенности эксперимента, достоинства и ограничения метода.

*Модуль 14. Метод ЯКР*

Электрический квадрупольный момент ядер. Взаимодействие " квадрупольного" ядра неоднородным электрическим полем. Градиент поля на ядре. Параметр асимметрии поля и уровни энергии. Приложения метода ЯКР и его возможности.

*Модуль 15. Мессбауэровская спектроскопия*

$\gamma$ -Резонансная ядерная флуоресценция, эффект Мессбауэра. Энергия испускаемых и поглощаемых  $\gamma$ -квантов. Допплеровское уширение и энергия отдачи. Процедура получения  $\gamma$ -резонансных спектров. Химический (изомерный) сдвиг, влияние химического окружения. Квадрупольные и магнитные взаимодействия. Возможности  $\gamma$ -резонансной спектроскопии в химии и ограничения ее применения.

*Модуль 16. Метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК)*

Теоретические основы метода: Измерение тепловых эффектов, теплоемкости, расчет температурного вклада в энтальпию, оценка энтропии, построение фазовых диаграмм. Другие физикохимические методы. Неэластичное рассеяние нейтронов как метод исследования твердых материалов. Методы SIMS, UPS, FEM, HREELS, FABMS.

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3</b>	<b>108,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	2	72
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>71,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,6
<b>Вид контроля: зачёт с оценкой</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3</b>	<b>81,15</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	2	53,85
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,2
<b>Вид контроля: зачёт с оценкой</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**«История и методология химии» (Б1.Б.17)**

- 1. Цель дисциплины** – сформировать у студентов представление об основных этапах развития химической науки и химической методологии, выработать у студентов навыки системного подхода к изучению и решению историко-химических проблем, развить мышление, позволяющее правильно оценивать вопросы приоритета в научных исследованиях, переломные моменты в истории науки, биографические данные о творцах химических открытий, последствия выдающихся химических открытий для устойчивого развития
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:
  - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-3);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

- основные этапы развития химических знаний и методов исследования химических соединений;
- формирование химических понятий, представлений, методов;
- развитие физических и химических методов исследования;
- биографические данные величайших химиков прошлых веков и настоящего времени, которые определили магистральные направления развития естественнонаучных знаний и методов исследования;
- последовательную смену естественнонаучных представлений о мире;

*Уметь:*

- применять полученные знания для создания картины мира в ее химическом аспекте;
- использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных для решения конкретных историко-химических проблем;

*Владеть:*

понятийным аппаратом в области истории, методологии и философии химии.

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

*Введение, основные понятия дисциплины.*

Цели, задачи дисциплины «История и методология химии». Место дисциплины в системе общего и химического образования..

*Модуль 1. Общие вопросы истории и методологии химии. Наука как форма общественного сознания.*

1.1 Наука и искусство, наука и религия. Место химии в системе наук. Современное определение химии. Основные историко-химические понятия. Методология химической науки. Социальный заказ и развитие науки. Роль личности в истории химии. Национальный и интернациональный характер химических открытий. Историческая картина рождения, расцвета и девальвации химических концепций.

1.2 История и методология химии как часть химии и как часть истории культуры. Основные стадии познания. Периодизация истории химии. Влияние общества на развитие науки и влияние науки на развитие общества. Цели и задачи науки и химии, в частности. Цели и задачи истории и методологии химии.

*Модуль 2. Химическое искусство в древнем мире.*

2.1 Химические процессы и химические вещества, известные первобытным людям. Наиболее древние ремесла, имеющие отношение к химии. Получение стекла в древнем мире. Фармация, парфюмерия, косметика в древнем мире. Папирусы Эберса, Лейденские и Стокгольмские папирусы. Философы ионийской школы. Первоэлементы Анаксимена Милетского, Гераклита, Эмпидокла, Платона, Аристотеля. Делимость материи: Левкипп, Демокрит. Эпикур и эпикурейцы. Атомисты древней Греции и современные понятия об атоме.

2.2. Основные элементы и методы алхимических теорий. Методы китайской, греко-египетской, арабской западноевропейской алхимии. Арабские слова в химическом языке. Трансмутация и элементы-принципы. Основные результаты творчества знаменитых алхимиков: Джабир, Ар-Рази, Авиценна, Альберт Великий, Раймонд Луллий, Василий Валентин. История и методология открытия сильных минеральных кислот. Значение алхимического периода в истории и методологии химии.

2.3. Ятрохимия и ятрофизика. Причины появления иатрохимии и сущность ятрохимии. Парацельс, Иоганн Баптист Ван-Гельмонт, Сильвий, Тахений, Агрикола,

Палисси, Глаубер. Эрскин и ятрохимия в России. Описание приемов и методов химического эксперимента. Положительный и отрицательный опыт иатрохимии.

*Модуль 3. Развитие химических знаний и методов в XVIII и XIX веках.*

3.1. Новые методы в естествознании. Эра количественных измерений в химии. Открытие А. Л. Лавуазье и М.В.Ломоносовым закона сохранения массы. Окончательный разгром флогистики. Трагическая гибель Лавуазье. Жизнь и деятельность М.В.Ломоносова. Роль Меншуткина в истории химии. Создание Петербургской Академии наук. Корпускулярная теория. Основные достижения химии XIX в.

3.2 Систематизация в химии. Жизнь и деятельность Д.И.Менделеева. Периодический закон и таблица элементов. Работы Д.И.Менделеева в области методологии химии, теории растворов, метрологии, воздухоплавания, сельского хозяйства, производства пороха, освоения новых рубежей. Менделеев и идеи устойчивого развития.

*Модуль 4. История и методология химии в XX веке. Работы академика В.И. Вернадского. Методы зеленой химии и устойчивое развитие.*

История и методология радиохимии. Кюри-Склодовская. Биогеохимия, учение о живом веществе и ноосфере академика В.И.Вернадского. Н.Д.Зелинский и Центр ноосферной защиты. История и методология химической экологии, ресурсоведения, природопользования. Становление концепции устойчивого развития. История и методология знаменитых школ Менделеевского университета.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,35
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### «Высокомолекулярные соединения» (Б1.Б.18)

1. Цель дисциплины состоит в приобретении студентами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в науке о высокомолекулярных соединений.
2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:
  - Обладать следующими компетенциями:
    - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);

- способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*знать*

- основы науки о полимерах и области их практического использования;

*уметь*

- анализировать литературный теоретический и экспериментальный материал, решать конкретные задачи по лекционному материалу;

*владеть*

- основами физико-химических методов исследования свойств полимеров, современными представлениями о полимерном состоянии вещества как особой форме существования веществ, качественно отличной от низкомолекулярных веществ, о специфических свойствах полимеров, о методах их синтеза, изучения химических и механических свойств, о перспективах развития этой науки и разнообразных областях применения полимеров.

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

#### *Модуль 1. Общие представления о полимерах*

Основные понятия. Специфические свойства полимеров. Конфигурационная и конформационная изомерии макромолекул. Классификация полимеров. Историческая справка. Моделирование конформационных превращений полимеров. Примеры конкретных расчётных задач. Краткая предварительная информация о способах синтеза полимеров (полимеризация, поликонденсация, химическая модификация полимеров). Молекулярные массы и ММР синтетических полимеров. Конкретные расчётные задачи.

#### *Модуль 2. Растворы полимеров*

Термодинамический критерий растворимости полимеров. Критические температуры растворения. Неограниченное и ограниченное набухание. Отклонения от идеальности и их причины. Невозмущённые размеры макромолекул. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Приведённая и характеристическая вязкость.

#### *Модуль 3. Полиэлектролиты*

Классификация полиэлектролитов. Поликислоты, полиоснования и полиамфолиты. Химические и физикохимические особенности поведения ионизирующихся макромолекул. Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований. Электростатическая энергия полиэлектролитов. Кооперативные реакции.

#### *Модуль 4. Синтез полимеров*

Термодинамика радикальной полимеризации. Элементарные стадии. Вывод уравнения скорости полимеризации и степени полимеризации. Гель-эффект. Радикальная сополимеризация. Вывод уравнения состава сополимера. Диаграмма. Схема Q-e. Анионная полимеризация. Инициаторы, мономеры. Рост, обрыв и передача цепи. Влияние растворителя и противоиона. Кинетика. Анионная сополимеризация. Катионная полимеризация. Инициаторы, мономеры. Рост, обрыв и передача цепи. Влияние растворителя и противоиона. Кинетика. Катионная сополимеризация. Поликонденсация и полиприсоединение. Классификация реакций. Факторы, влияющие на молекулярную массу поликонденсационных полимеров. Примеры конкретных реакций. Кинетика.

#### *Модуль 5. Химические реакции с участием макромолекул*

Полимераналогичные реакции. Кинетика. Эффект соседних звеньев. Полимерные эффекты: надмолекулярный, концентрационный, конформационный, электростатический. Химическая модификация полимеров для медицинских целей. Внутри- и



межмакромолекулярные реакции. Привитые и блок-сополимеры. Синтез и свойства. Деструкция: физическая, химическая, термоокислительная, цепная и по закону случая.

*Модуль 6. Структура полимеров*

Молекулярный и надмолекулярный уровень структуры. Методы исследования: калориметрия, dilatометрия, электронная микроскопия. Условия кристаллизации полимеров. Кинетика и термодинамика. Изотермы кристаллизации. Особенности полимерных кристаллов. Способы проведения кристаллизации. Рентгеноструктурный анализ. Рентгенограммы. Закон Вульфа-Брегга.

*Модуль 7. Механические свойства полимеров*

Фазовые и физические состояния полимеров. Стеклообразное, высокоэластическое и вязко-текучее состояние. Механизмы деформации. Термодинамика. Ньютоновские жидкости и аномалия вязкости расплавов полимеров. Долговечность полимеров. Правило Журкова. Пластификация полимеров. Правила мольных и объемных долей. Релаксационные процессы в полимерах. Явление гистерезиса. Принцип температурно-временной суперпозиции. Термомеханический метод исследования полимеров. Динамометрический метод исследования. Ориентационная вытяжка. Вынужденная эластичность.

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>8</b>	<b>288</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,5</b>	<b>162,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Лабораторные занятия (Лаб)	2,5	90
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>90</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		3,2
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>8</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,5</b>	<b>121,8</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1	27
Лабораторные занятия (Лаб)	2,5	67,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>67,5</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		2,4
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

**«Современная химия и химическая безопасность» (Б1.Б.19)**

- 1. Цель дисциплины** – формирование комплекса знаний, позволяющих оценить риски от хозяйственной деятельности человека и сопутствующих ей факторов химического и физического воздействия, а также предложить новые процессы, позволяющих снизить техногенный риск и ущерб от него.
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);

- владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3);
- владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9).

*Знать:*

- виды факторов вредного воздействия;
- классификацию, источники и объекты рисков;
- особенности рисков химического и физического (в том числе радиационного) воздействия на человека и окружающую среду;
- основные концепции управления рисками;
- количественные методы анализа риска;

*Уметь:*

- определять ВДК<sub>р.з.</sub> химических соединений;
- определять ХПК<sub>теор.</sub> химических соединений;
- рассчитывать активность радиоактивного препарата;
- рассчитывать индивидуальный риск на основе статистических данных;

*Владеть:*

- методикой укрупнённой оценки эколого-экономического ущерба от загрязнения окружающей среды предприятием.

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

#### *Модуль 1. Токсикология и химический риск*

Источники существования жизни на Земле. Круговороты веществ в природе (биогеохимические циклы).

Факторы вредного воздействия. Особое место химических наук в описании вредного воздействия. Учение о вредном действии веществ.

Токсикология. Направления токсикологии. Вредное вещество. Эффекты воздействия веществ: ксенобиотики, заменяемые вещества. Токсичность и опасность. Классификация вредных веществ. LD<sub>50</sub>, LC<sub>50</sub>. Кривая «доза-эффект». Механизм действия вредных веществ. Фазы воздействия вредных веществ.

Токсикометрия. Пороговая и беспороговая концепции. Гомеостаз. Обратная связь. Толерантность.

ПДК, ПДК<sub>с.с.</sub>, ПДК<sub>м.р.</sub>, ПДК<sub>р.з.</sub>, ВДК<sub>р.з.</sub>, ПДК<sub>в.</sub>, ПДК<sub>р.х.</sub>, БПК, ХПК, БП.

Эмпирические правила оценки токсичности соединений. Особенности повторного воздействия вредных веществ: адаптация, кумуляция. Сенсибилизация. Комбинированное действие вредных веществ: суммация, синергизм, антагонизм.

Химические опасности. Химические опасности новых технологий. Опасности нанотехнологий. Действия по снижению химического риска.

#### *Модуль 2. Ионизирующее излучение и радиационный риск*

Классификация излучений. Классификация ионизирующих излучений. Нуклид. Изотопы, изобары, изотоны.

Радиоактивность. Стабильные и радионуклиды. Источники радионуклидов.

Радиоактивный распад. Типы радиоактивного распада. Закон радиоактивных смещений (правило радиоактивных смещений Содди и Фаянса). Радиоактивные ряды. Проникающая способность ионизирующих излучений.

Закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада. Среднее время жизни. Активность.

Деление ядер. Ядерные цепные реакции. Ядерный взрыв. Критическая масса. Поражающие факторы ядерного взрыва. Ядерный реактор. Природный ядерный реактор в Окло. Атомная электростанция. Эффект Вавилова – Черенкова.

Эффекты действия ионизирующих излучений. Поглощённая доза. Экспозиционная доза. Эквивалентная доза. Эффективная эквивалентная доза. Коллективная эффективная эквивалентная доза. Предельно допустимая доза.

Радиобиологические эффекты. Радиобиологические эффекты при малых дозах. Радиационный гормезис. Радиобиологический парадокс.

Радиоактивное загрязнение. Крупнейшие радиационные аварии.

Дозиметрические приборы.

*Модуль 3. Анализ рисков*

Устойчивое развитие и безопасность. Опасность. Таксономия опасностей. Классификация рисков. Природный риск. Техногенный риск. Радиационный риск. Химический риск. Основные принципы оценки риска воздействия химических соединений. Химический канцерогенный риск. Химический неканцерогенный риск.

Классификация уровней риска. Целевой риск. Количественные методы анализа риска. Дерево событий. Дерево отказов.

Индивидуальный риск. Коллективный риск. Социальный риск. Потенциальный территориальный риск. Фоновый риск.

Концепция абсолютной безопасности. Концепция приемлемого риска.

Крупные техногенные катастрофы.

Оценка, анализ и управление риском.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4</b>	<b>143,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4</b>	<b>107,85</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,7
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### «Строение вещества» (Б1.Б.20)

- 1. Цель дисциплины** – освоение модельных представлений об основных формах внутримолекулярного движения и их взаимосвязь со строением и структурой как изолированных молекул, так и конденсированных систем, способов интерпретации спектроскопических данных к строению вещества.
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

- О современных модельных представлениях строения молекул и молекулярных систем;
- О взаимосвязи строения со свойствами веществ;
- О современных методах исследования структуры и строения;
- Основные этапы развития представлений о строении вещества.

*Уметь:*

- Основные понятия и терминологию, характеризующую данную дисциплину;
- Пользоваться теоретическими основами при описании строения и свойств вещества;
- Знать и уметь пользоваться математическими моделями для расчета параметров молекул и молекулярных систем.

*Владеть*

- Расчетом некоторых параметров молекул из их спектров;
- Составлением моделей молекул;
- Интерпретацией спектроскопических исследований в структурные элементы молекул

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

*Модуль 1. Основы классической теории химического строения*

Предмет и объект курса «Строение вещества. Основные понятия: строение вещества, структура, их взаимосвязь

*Модуль 2. Физические основы учения о строении молекул*

Различные аспекты термина "строение молекул": топологический, геометрический, электронный и др. История развития учения о строении вещества и строении молекул. Главные тенденции в развитии методов исследования. Классическая теория строения: теория А.М. Бутлерова, понятия об «эффективных атомах». Упорядоченные и неупорядоченные структуры конденсированных фаз. Молекулярные модели различного уровня в современной теории химического строения. Общий обзор методов экспериментального и теоретического изучения строения молекул и строения веществ. Структурная формула и граф молекулы. Величины, определяющие геометрическую конфигурацию молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы. Внутреннее вращение. Конформации молекул. Молекулярные модели, структурные формулы, понятие графа, изомерия. Молекулярные модели. Графическое описание молекулы

*Модуль 3. Симметрия молекулярных систем*

Механическая модель молекулы. Потенциалы парных взаимодействий. Метод молекулярной механики при анализе строения молекул. Общие принципы квантово-механического описания молекулярных систем. Стационарное уравнение Шрёдингера для свободной молекулы. Адиабатическое приближение. Квантовые состояния молекулы (электронные, колебательные, вращательные). Квантово-механическое моделирование различных форм движения и представление результатов. Потенциальные поверхности электронных состояний молекул. Их общая структура и различные типы. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры. Потенциальные поверхности, формы изображения, применение для описания реакционной способности конформеров. Методы молекулярной механики при описании молекул. Структурная изомерия. Потенциальные кривые. Колебания молекул. Среднеквадратичные смещения

атомов (амплитуды колебаний). Нормальные колебания, частоты нормальных колебаний и частоты основных колебательных переходов. Колебания с большой амплитудой. Вращение молекул как целого. Различные типы молекулярных волчков. Электронное строение молекул. Молекулярные орбитали. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей. Колебания молекул, простейший случай, сложные молекулы. Концепция групповых колебаний. Вращение молекул, типы волчков. Колебания молекул. Гармонический и ангармонический осциллятор. Колебания сложных молекул. Вращение молекул как целого Вращательный спектр и его информативность.

#### *Модуль 4. Электрические и магнитные свойства молекул*

Элементы и операции симметрии ядерной конфигурации молекулы. Точечные группы симметрии. Понятие о представлениях групп и характерах представлений. Общие свойства симметрии волновых функций и потенциальных поверхностей молекул. Классификация квантовых состояний молекул по симметрии. Симметрия атомных и молекулярных орбиталей. Точечные группы симметрии, применение к описанию равновесных конфигураций. Влияние симметрии на волновые функции. Влияние симметрии равновесной конфигурации ядер на свойства молекул и их динамическое поведение (дипольный момент и моменты инерции, форма нормальных колебаний, вырождение состояний, сохранение орбитальной симметрии при химических реакциях и т.п.). Симметрия молекул, симметрия движения. Влияние симметрии на активность отдельных видов движения, вырождение движения и состояний по симметрии. Симметрия молекулярных систем. Влияние симметрии на проявление свойств молекул.

#### *Модуль 5. Межмолекулярные взаимодействия*

Постоянные внешние электрическое и магнитное поля. Дипольный момент и поляризуемость молекул, магнитный момент и магнитная восприимчивость молекул. Намагниченность, и электрическая восприимчивость молекул. Собственные электрические и магнитные свойства молекул: дипольный момент, орбитальный магнитный момент, спиновый магнитный момент. Электрические свойства молекул. Поляризуемость и дипольный момент. Их связь со структурой и проявление в свойствах. Эффекты Штарка и Зеемана. Магнитно-резонансные (ЭПР и ЯМР) методы исследования строения молекул. Ядерный магнитный резонанс, константа экранирования, прецессия спина в магнитном поле. Неспаренный электрон, парамагнитные свойства. Делокализация электрона. Полный момент количества движения электрона. Магнитные свойства. Магнитный момент электрона и ядра. ЭПР и ЯМР спектры. Эффект Штарка и Зеемана. Оптические спектры молекул. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул. Оптические спектры молекул. Связь спектров молекул с их строением. Определение структурных характеристик молекул из спектроскопических данных. Поглощение и излучение молекулами, коэффициенты Эйнштейна, вероятность переходов, правила отбора. Связь спектров молекул с их строением. Определение структурных характеристик молекул из спектроскопических данных. Классификация спектров, их информативность.

#### *Модуль 6. Обзор основных результатов по изучению строения молекул*

Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий. Классификация межмолекулярных взаимодействий. Влияние межмолекулярных взаимодействий на свойства веществ. Молекулярные комплексы ( $\pi$ -комплексы и др.). Причины межмолекулярного взаимодействия, классификация их видов. Координационные соединения. Межмолекулярные взаимодействия. Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий. Влияние межмолекулярных взаимодействий на свойства веществ. Молекулярные комплексы ( $\pi$ -комплексы и др.). Кластеры атомов и молекул. Классификация кластеров. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Водородная связь. Спектроскопия водородной связи. Понятие кластеров, их классификация: физические и химические Водородная связь. Кластеры атомов и молекул. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Водородная связь.

### *Модуль 7. Структурная классификация конденсированных фаз*

Молекулы простых и координационных неорганических соединений. Полиядерные комплексные соединения. Хелаты. Строение органических соединений. Полиэдраны. Фуллерены. Полиядерные комплексы, органические соединения, Полиэдраны, фуллерены. Элементоорганические соединения. Металлоцены. Соединения включения (клатраты). Ротаксаны и катенаны. Фуллерены. Полимеры и биополимеры. Белки. Клатраты, белки, полимеры. Мезофазы. Строение белков. Фуллерены, катенаны. Ротаксаны.

### *Модуль 8. Строение жидкостей и аморфных веществ*

Идеальные кристаллы. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры. Жидкие кристаллы и другие мезофазы. Аморфные вещества. Жидкости. Особенности строения полимерных фаз. Конденсированное состояние. Кристаллическое состояние вещества. Причина и механизм кристаллизации. Аморфные вещества, идеальные жидкости. Структурная классификация конденсированных фаз Идеальные кристаллы. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры. Аморфные вещества. Мгновенная и колебательно-усредненная структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Современные методы описания структуры жидкостей. Флуктуации и корреляционные функции. Специфика аморфного состояния. Структурирование жидкостей. Модельные представления о структуре структурированных жидкостей. Структура простых жидкостей. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов. Мицеллообразование и строение мицелл. Структура воды: аномалии в физических свойствах. Структура жидких электролитов. Современные представления о структуре жидкостей. Структура растворов, методы исследования их строения

### *Модуль 9. Строение мезофаз*

Определение мезофаз. Методы изучения их структуры. Классификационные типы и классификационные признаки. Понятие мезофазы. Признаки структуры, качественные и количественные параметры.

### *Модуль 10. Строение кристаллов*

Жидкие кристаллы (нематерики, смектики, холестерики и др.) их строение, классификация и физические свойства. Жидкокристаллическое состояние в биологических системах. Жидкие кристаллы. Классификация жидких кристаллов. Коллоидные частицы, кластеры. Жидкие кристаллы. Классификация жидких кристаллов. Коллоидные частицы, кластеры.

### *Модуль 11. Поверхность конденсированных фаз*

Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Симметрия кристаллов. Реальные и идеальные кристаллы. Дефекты, уровни организации дефектов, их типы. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Зонная структура. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Зонная структура. Кристаллографические точечные группы симметрии, типы решеток, понятие о пространственных группах симметрии кристаллов. Связь симметрии решетки и симметрии кристалла. Атомные, ионные, молекулярные и другие типы кристаллов. Цепочечные, слоистые и каркасные структуры. Динамика кристаллической решетки. Фононный спектр. Строение твердых растворов. Упорядоченные твердые растворы. Типы кристаллов. Связь свойств и природы связи. Твердые растворы их типы. Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей. Структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев. Граница раздела конденсированных фаз, структура и свойства адсорбционных слоев. Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей. Структура границы раздела конденсированных фаз. Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей. Структура границы раздела конденсированных фаз.



## Модуль 12. Заключение

Заключение. Обзор современных достижений в исследовании вещества. Супрамолекулы, Информационная структура вещества. Структура поверхности кристаллов, понятия реконструкции. Заключение. Обзор современных достижений в исследовании вещества. Супрамолекулы, Информационная структура вещества. Структура поверхности кристаллов, понятия реконструкции. Механическая модель молекулы. Потенциалы парных взаимодействий. Метод молекулярной механики при анализе строения молекул. Общие принципы квантово-механического описания молекулярных систем. Стационарное уравнение Шрёдингера для свободной молекулы. Адиабатическое приближение. Квантовые состояния молекулы (электронные, колебательные, вращательные).

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,6
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,8</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,5</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,2
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

### «Химическая технология» (Б1.Б.21)

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

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат (ПК-8).

**Знать:**

- классификацию химических процессов и реакторов;
- основы теории процесса в химическом реакторе;
- методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- методику выбора реактора и расчета процесса в нем;
- основные химические процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.

**Уметь:**

- произвести выбор типа реактора;
- произвести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

**Владеть:**

- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах;
- методами определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов.

**3. Краткое содержание дисциплины***Модуль 1. Введение.*

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционный элемент, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Научный метод исследования и изучения процессов в химическом реакторе - математическое моделирование. 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 системы процессов в различных видах химических реакторов. Структура изучаемого курса. Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов. Пути повышения эффективности химических превращений на основе знания их физико-химических закономерностей.

*Модуль 2. Химический процесс*

Химический процесс – взаимодействие химического превращения и физических явлений переноса, в основном, на молекулярном уровне. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений), фазовым (число и агрегатное состояние фаз) и стационарности. Гомогенный химический процесс, определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации. Понятие оптимальной температурной последовательности. Оптимальные температурные последовательности для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов. Гетерогенный (некаталитический) химический процесс, определение и примеры. Структура процесса и его составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия. Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) – твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера") и топохимической (модель "с невзаимодействующим ядром"). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса. Гетерогенный

химический процесс "газ (жидкость) – жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса. Каталитический процесс, определение, классификация, примеры. Гомогенный и микрогетерогенный каталитические процессы, их общее и отличительное от гомогенных и гетерогенных химических процессов. 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. Влияние явлений теплопереноса на гетерогенный и гетерогенно-каталитический процессы.

#### *Модуль 3. Химический реактор*

Классификация процессов в реакторах по различным признакам - вид химического процесса, организация потоков реагентов (схема движения потоков реагентов через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена), стационарность процесса. Обоснование и построение математических 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 описаний процессов в реакторах. Изотермические процессы в химическом реакторе. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности режима (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 (степень превращения, выход продукта, селективность процесса) на профили концентраций и показатели процесса в реакторе.

Основы расчета процесса в реакторе. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения. Процессы в реакторах с неидеальными режимами (отличными от режимов идеального смешения и вытеснения). Модели процессов, области их применения и сопоставление с моделями "идеальных" процессов. Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры и концентраций (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 адиабатическом реакторе идеального смешения.

Автотермические реакторы идеального вытеснения.

#### *Модуль 4. Промышленные химические реакторы*

На конкретных примерах предметно рассматриваются конструкции промышленных реакторов для проведения гомогенных, гетерогенных и каталитических процессов – выбор типа реактора, особенности конструкции и режима. Рассматриваются особенности разновидностей конструкций реакторов при реализации однопипных реакций

#### **4. Объем учебной дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>72,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>36</b>

Контактная самостоятельная работа	0,25	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		9,6
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>54,3</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1	27
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная самостоятельная работа	0,25	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		6,45
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

### «Химические основы биологических процессов» (Б1.Б.22)

- 1. Цель дисциплины** – приобретение студентами основ знаний о химических процессах, протекающих в живых клетках и о молекулярных механизмах существования живых организмов
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:
  - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
  - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
  - владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
  - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

#### *Знать:*

- строение основных классов биомолекул, их важнейшие превращения и роль в функционировании живых организмов; основные катаболические и анаболические процессы, протекающие в живых клетках.
- основы теории ферментативного катализа и представлениями о способах регуляции биохимических процессов.

#### *Уметь:*

- использовать современные биохимические и молекулярно-генетические методы, в решении химико-технологических, инженерно-экологических и социальных проблем.

#### *Владеть:*

- навыками работы с биологическими объектами;
- физическими и химическими методами выделения биологически-активных соединений из растительных и животных клеток;
- методами разделения белков и нуклеиновых кислот, а также определения их содержания в водных растворах, а также методами идентификации и количественного определения;
- физико-химическими методами анализа молекулярно-массовых характеристик биополимеров.

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

Введение. Предмет биохимии. Основные положения цитологии. Прокариоты и эукариоты. Клеточные органеллы, их строение и функции.

*Модуль 1.*

Аминокислоты и белки. Пептидная связь и её особенности. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка. Классификация белков. Ферменты. Особенности строения ферментов и механизмы биокатализа. Кинетика моносубстратной ферментативной реакции, уравнение Михаэлиса-Ментен. Номенклатура и классификация ферментов.

*Модуль 2.*

Коферменты и витамины, строение витаминов и коферментов, их роль в ферментативных реакциях и в обменных процессах. Классификация, биохимические функции и наиболее важные реакции углеводов.

*Модуль 3.*

Моносахариды, дисахариды и полисахариды.

*Модуль 4.*

Липиды. Структура, классификация и биохимические функции липидов. Жирные кислоты. Строение и свойства клеточных мембран. Эйкозаноиды.

*Модуль 5.*

Нуклеиновые кислоты. Функции дезоксирибонуклеиновых и рибонуклеиновых кислот и принципы их структурной организации.

*Модуль 6.*

Молекулярная биология Реакции матричного синтеза: репликация, транскрипция, трансляция. Генетический код и его особенности. Биотехнология и геновая инженерия.

*Модуль 7.*

Метаболизм и обмен веществ. Понятие о метаболизме и метаболических путях. Катаболизм и анаболизм. Энергетические биохимические циклы. Метаболизм углеводов. Гликолиз. Декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Метаболизм липидов. Хранение и расщепление жиров. Цикл мочевины. Цикл лимонной кислоты. Организация дыхательной цепи. Окислительное фосфорилирование. Окисление и биосинтез насыщенных кислот. Метаболизм белков и аминокислот.

*Модуль 81.*

Регуляция биохимических процессов. Биорегуляторы, классификация: гормоны и нейромедиаторы. Механизмы действия гормонов

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3</b>	<b>108,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1,5	54
Лабораторные занятия (Лаб)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>71,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3</b>	<b>81,15</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1,5	40,5
Лабораторные занятия (Лаб)	0,5	13,5

<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>53,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,35
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### **«Коллоидная химия» (Б1.Б.23)**

- 1. Цель дисциплины** – состоит в приобретении специалистами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области коллоидной химии
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4).

**Знать:**

- основополагающие представления и закономерности коллоидной химии как науки о поверхностных явлениях и дисперсных системах;
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений;
- механизмы формирования и структуру поверхностного слоя;
- основы электрокинетических явлений вблизи границ раздела фаз;
- методы исследования структурно-механических, реологических и оптических свойств дисперсных систем;
- механизмы устойчивости и коагуляции дисперсных систем.

**Уметь:**

- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;
- рассчитывать энергетические параметры адсорбции;
- прогнозировать влияние различных факторов на поверхностное натяжение и поверхностную энергию;
- определять знак заряда коллоидных частиц;
- обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию в виде лабораторных отчетов.

**Владеть:**

- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла, величины адсорбции и удельной поверхности, вязкости, критической концентрации мицеллообразования, электрокинетического потенциала;
- методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости;
- методами безопасной работы с физико-химическими приборами и оборудованием;
- методами выполнения необходимых физико-химических расчетов в коллоидной химии, экспериментов с применением соответствующих методик, средств измерений и лабораторного оборудования.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Модуль 1. Введение в коллоидную химию и физико-химическую механику.*

Коллоидная химия – наука о дисперсных системах и поверхностных явлениях в них. Предмет коллоидной химии. Фундаментальные особенности ультрадисперсного (коллоидного) состояния вещества. Место коллоидной химии в общей системе наук. Признаки объектов коллоидной химии: гетерогенность и дисперсность. Количественные характеристики дисперсности: удельная поверхность, кривизна поверхности, дисперсность. Классификация дисперсных систем по размеру частиц, по агрегатному состоянию и по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды, классификация свободно- и связнодисперсных систем. Лиофобные и лиофильные системы. Роль поверхностных явлений и дисперсных систем в природе и химической технологии. Значение коллоидной химии в развитии биологических, геологических наук, почвоведения, медицины.

#### *Модуль 2. Термодинамика поверхностных явлений.*

Основы термодинамики поверхностного слоя. Основные отличия свойств поверхностного слоя от свойств объемных фаз. Способы описания термодинамики поверхностных явлений. Метод избыточных величин Гиббса. Разделяющая поверхность и поверхность разрыва. Поверхностная энергия в обобщенном уравнении первого и второго начал термодинамики. Природа взаимодействующих фаз и поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение – мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Теплота образования единицы поверхности. Зависимость энергетических параметров поверхностного слоя от температуры.

#### *Модуль 3. Смачивание и капиллярные явления.*

Адгезия и когезия. Природа сил взаимодействия при адгезии. Адгезионное соединение и его характеристики. Характер и условия разрушения адгезионного соединения. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильные и лиофобные поверхности. Измерение краевого угла. Факторы, влияющие на установление равновесия при смачивании. Гистерезис краевого угла. Влияние ПАВ, температуры и шероховатости поверхности на смачивание. Условия растекания жидкостей. Межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова. Избирательное смачивание. Практическое значение адгезии и смачивания. Флотация. Макроскопический и микроскопический краевые углы. Переходная зона между объемной жидкостью и смачивающей пленкой. Теория Фрумкина – Дерягина. Смачивание пористых и гетерогенных поверхностей. Уравнение Касси. Оценка состояния поверхности материалов по измерениям смачивания и растекания. Применение нанокompозитных покрытий для управления смачиванием. Гидрофобность и супергидрофобность в природе и в технике. Смачивание шероховатых поверхностей. Гомогенный и гетерогенный режимы смачивания. Уравнение Касси-Бакстера. Текстурирование поверхности для управления смачиванием. Методы получения текстурированных поверхностей. Гидрофобные агенты. Примеры природных супергидрофобных поверхностей. Области применения гидрофобных и супергидрофобных материалов.

#### *Модуль 4. Адсорбционные явления.*

Определение адсорбции. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса (связь поверхностного натяжения с химическим потенциалом). Гиббсовская (избыточная) адсорбция. Уравнения Гиббса-Дюгема. 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 при адсорбции. Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Определение констант уравнения. Уравнение Фрейндлиха. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Определение удельной поверхности методом БЭТ.



Отличия физической адсорбции от хемосорбции. Расчет термодинамических параметров адсорбции. Интегральная и дифференциальная (адсорбционный потенциал) работы адсорбции; интегральная и дифференциальная энтропия и энтальпия (теплота) адсорбции и смачивания на энергетически однородной и неоднородной поверхностях. Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. 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.

#### *Модуль 5. Поверхностно-активные вещества.*

Поверхностная активность веществ. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные вещества на разных межфазных границах. Общая характеристика и классификация ПАВ. Свойства водных растворов ПАВ. Мицеллообразование. Оценка дифильных свойств ПАВ. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ), гидрофильно-олеофильное соотношение и их определения. Гидрофобные взаимодействия в водных растворах ПАВ. Энтропийная природа мицеллообразования в водной среде. Факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Образование мицелл в неводной среде (обратных мицелл). Природа сил при мицеллообразовании в углеводородной среде. Основные факторы моющего действия в водной и неводной среде. Смеси ИПАВ и НПАВ. Биоразлагаемость и токсичность ПАВ.

#### *Модуль 6. Коллоидные и дисперсные системы.*

Поверхностные силы и агрегативная устойчивость 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—Шукину. Растворы коллоидных ПАВ и ВМС как лиофильные системы. Процессы в дисперсных системах, обусловленные агрегативной неустойчивостью: изотермическая перегонка, коалесценция, коагуляция. Получение лиофобных дисперсных систем. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Физико-химическое диспергирование осадков (пептизация). Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Энергия образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы (теория Гиббса-Фольмера) – нуклеация (зародышеобразование) и рост частиц. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации. Кинетика коагуляции лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Уравнение скорости коагуляции, константа скорости и время половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени. Агрегативная устойчивость лиофобных систем. Факторы устойчивости лиофобных систем. Основные положения теории ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие: молекулярная, электростатическая, структурная, фононная, стерическая. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Уравнение для энергии притяжения между частицами. 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 первичном и вторичном минимумах. Электролитная коагуляция; нейтрализационная и концентрационная коагуляции. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди (закон Дерягина). Коагуляция смесями электролитов.

#### *Модуль 7. Электроповерхностные явления в дисперсных системах.*

Образование двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнение Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС по этим кривым. Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение. Уравнение Гуи-Чепмена. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Емкость ДЭС. Двойной электрический слой по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Практическое использование электрокинетических явлений.

*Модуль 8. Реологические свойства дисперсных систем.*

Структурообразование в дисперсных системах. Формирование структур в различных дисперсных системах (наносистемах) как частный случай коагуляции. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры; взаимные переходы. Теория структурообразования – основа получения новых материалов. Типы и прочность контактов между частицами в структурированных дисперсных системах. Влияние дисперсионной среды, ПАВ и электролитов на силы сцепления в контактах. Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия. Реологические параметры. Реологические модели (Гаука, Сен-Венана–Кулона, Ньютона, Кельвина и Максвелла). Принципы моделирования реологических свойств тел. Упруговязкое, вязкоупругое, вязкопластическое тела. Время релаксации напряжения и деформации. Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости. Методы измерения вязкости. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна. Уравнения Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры. Зависимость вязкости от напряжения сдвига. Полная реологическая кривая. Гели (студни); синерезис. Золь-гель технология неорганических материалов как контролируемый переход от свободнодисперсной системы (золя) к связнодисперсной (гелю) и материалу.

*Модуль 9. Физикохимия разрушения твердых тел.*

Предмет физико-химической механики разрушения материалов как составляющей технологических процессов. Роль поверхностных явлений в механике разрушения. Открытие эффекта адсорбционного понижения прочности (эффект Ребиндера). Хрупкое и квазихрупкое разрушение материалов. Формулы Гриффитса и Ирвина-Орована. Термодинамическая трактовка эффекта Ребиндера. Современные представления о механизмах разрушения твердых тел в контакте с адсорбционно-активными средами. Дислокационные сценарии разрушения кристаллических материалов. Разрушение поликристаллов и аморфных твердых тел. Жидкометаллическое охрупчивание. Разрушение материалов с ионными и ковалентными связями. Основные закономерности кинетики разрушения твердых тел в контакте с адсорбционно-активными средами. Кинетические диаграммы. Лимитирующие стадии процесса разрушения. Эффекты, обусловленные транспортом активных компонентов среды. Механохимия разрушения. Адсорбция компонентов среды на межатомных связях в твердом теле. Влияние адсорбции на деформационные характеристики межатомных связей (на примере систем «силоксановая связь –  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ »). Приложения физико-химической механики разрушения в современных технологических процессах. Рассеяние света. Абсорбция света. Окраска зольей. Оптические методы исследования коллоидных систем.

*Модуль 10. Функциональные поверхности и ультратонкие пленки.*

Методы получения ультратонких организованных пленок. Самоорганизованные монослои. Послойная электростатическая самоорганизация. Монослои и пленки Ленгмюра-Блоджетт. Анализ преимуществ и недостатков трех основных методов сборки.

*Модуль 11. Фазовые переходы в пространственно ограниченных системах.*

Тройная точка в пространственно ограниченных системах с плоскими и криволинейными границами, включая граничные фазы, малые частицы и вещество в порах. Влияние различных физико-химических параметров на величину и знак сдвига температуры фазового перехода в граничных слоях. Различие температур плавления различных граней кристаллов. Предкристаллизация на границах раздела жидкость/газ.

*Модуль 12. Текстуриология и топохимия оксидных наносистем.*

Физические определения дисперсности, различия между ультрадисперсными, высокодисперсными и грубодисперсными системами. Фундаментальные механизмы образования высокодисперсных систем. Специфика термодинамики и фазообразования в дисперсных системах. Методы синтеза наночастиц: диспергирование, конденсация, золь-гель технологии. Способы получения монодисперсных золь, осаждение наночастиц из жидкой и паровой фазы. Синтез нанодисперсных систем с использованием микроэмульсий и мицелл. Синтез нанодисперсных оксигидроксидов во влажной атмосфере на поверхности жидкометаллических расплавов (Hg, Ga, Bi), механизм роста пористого оксигидроксида алюминия. Физико-химические свойства нанодисперсных оксигидроксидов алюминия. Фазовые переходы и факторы стабильности для различных кристаллографических форм оксидов алюминия. Особенности структуры наночастиц, формирование текстуры при осаждении и кристаллизации вещества. Эволюция физико-химических свойств оксигидроксидов алюминия в процессе отжига до 1600 °С. Методы химической и структурной модификации нанодисперсных систем. Влияние химической модификации поверхности на структурно-фазовую стабильность оксидов алюминия. Специфика синтеза пористых нанодисперсных оксидов (на примере шпинели  $MgAl_2O_4$  и муллита  $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ). Методы получения оксидных нанокомпозитов.

*Модуль 13. Особенности формирования нано-объектов в электрохимических системах.*

Классификация нанообъектов в электрохимических системах: 0-мерные и 1-мерные нанообъекты. Двумерные сорбционные решетки. Зародыши 2D и 3D фаз. Островковые пленки. Монослойные пленки. Активные центры адсорбции и нуклеации. Наночастицы на электродах-носителях. Методы синтеза нанообъектов: Нуклеация металлических, оксидных и полимерных фаз. Теория нуклеации. Регулирование размеров и пространственного распределения зародышей. Синтез наночастиц, коллоидные частицы, восстановление ионов в обратных мицеллах, отмывка от органических стабилизаторов, нанесение на электроды-носители. Методы изучения нанообъектов: Циклическая вольтамперометрия, импульсные потенциостатические методы в сочетании с оптической, электронной и сканирующей зондовой микроскопией. Элементы электрохимической нанотехнологии.

*Модуль 14. Стабильные наночастицы металла в обратных мицеллах.*

Строение и полиморфные превращения мицелл. Классификация жидкокристаллического состояния. Фазовые переходы в жидкокристаллических системах. Лиотропные жидкие кристаллы. Мембраноподобные системы (везикулы). Мицеллярный катализ.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4</b>	<b>144,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36

Лабораторные занятия (Лаб)	2	72
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная самостоятельная работа	0,25	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		8,6
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В 3Е	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4</b>	<b>108,3</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1	27
Лабораторные занятия (Лаб)	2	54
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная самостоятельная работа	0,25	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		6,45
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

#### «Экономика» (Б1.Б. 24)

**1. Цель дисциплины** – получение системы знаний об экономических закономерностях функционирования промышленного производства в системе национальной экономики, обучение экономическому мышлению и использованию полученных знаний в практической деятельности.

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7).

*Знать:*

- основы экономики в различных сферах жизнедеятельности;
- нормативные документы, регламентирующие деятельность предприятия;
- методы разработки оперативных и производственных планов;

*Уметь:*

- планировать деятельность работников;
- составлять директивные документы;
- принимать решения;
- брать на себя ответственность за реализацию принятых решений.

*Владеть:*

- методами и инструментами проведения экономического анализа результатов деятельности;
- инструментами планирования.

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

*Модуль 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.

*Модуль 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.

*Модуль 3. Планирование и анализ принимаемых решений*

**3.1 Доходы и расходы на производство, и реализацию продукции предприятия.** Издержки производства продукции, прибыль, рентабельность и ценообразование. Понятие затраты на производство и реализацию продукции. Виды и значение классификации затрат. Структура затрат. Особенности расчета затрат на производство и реализацию продукции. Основные направления снижения затрат на производство продукции. Доходы предприятия. Понятие прибыли и дохода, методы их расчета. Рентабельность, ее виды и методы расчета. Капитализация предприятия.

**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 и система налогообложения.** Понятие, состав и структура финансов. Сущность, функции и задачи финансов. Собственные и заемные финансовые ресурсы. Баланс доходов и расходов. Налоговая политика. Принципы налогообложения. Налоги и платежи, установленные законодательством: виды, ставки, объекты налогообложения и сроки уплаты налога в бюджет.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>72,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>54,3</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1	27
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,7
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

#### «Безопасность жизнедеятельности» (Б1.Б.25)

- 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 изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
 Обладать следующими компетенциями:
  - готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
  - способностью использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).
  - владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

*знать:*

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

*уметь:*

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

*владеть:*

- законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности;
- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях;
- понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;
- навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.

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

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

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

Современное состояние техносферы и техносферной безопасности.

*Модуль 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.

*Модуль 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.

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

*Модуль 6.* Психофизиологические и эргономические основы безопасности.

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

*Модуль 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.

*Модуль 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**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В академ. часах</b>
----------------------------	-------------	------------------------



<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54,4</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Лабораторные занятия (Лаб)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,5</b>	<b>162</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В астр. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,8</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Лабораторные занятия (Лаб)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,5</b>	<b>9121,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,7
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

### **«Физическая культура» (Б1.Б.26)**

#### **1. Цель дисциплины**

- овладение методологией научного познания физической культуры и спорта;
- овладение системой практических умений и навыков, обеспечивающих совершенствование психофизических способностей;
- развитие способностей использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, физическому совершенствованию и самовоспитанию, установка на здоровый образ жизни.

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

Обладать следующими компетенциями:

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8).

*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 МХТИ-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.

Дисциплина (модули) по «Физической культуре и спорту» реализуются в рамках базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы специалитета в объеме 72 академических часов (2 зачетные единицы) при *очной форме обучения*.

Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров (1-го и 6-го), предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области «Физическая культура и спорт».

#### **Разделы дисциплины и виды занятий**

Модуль	Название модуля	Всего	Академ. часов			
			Лек	МПЗ	ППФП	КР
1.	Предмет «Физическая культура и спорт». История ФКиС	18	2	6	9	1
2	Основы здорового образа жизни (ЗОЖ)	18	2	6	9	1
3	Биологические основы физической культуры и спорта	18	2	6	9	1
4	Профессионально-прикладная физическая культура и спорт	18	2	6	9	1
	<b>Всего часов</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>4</b>

Модуль	Название модуля	Всего	Астр. часов			
			Лек	МПЗ	ППФП	КР
1.	Предмет «Физическая культура и спорт». История ФКиС	13,5	1,5	4,5	6,75	0,75
2	Основы здорового образа жизни (ЗОЖ)	13,5	1,5	4,5	6,75	0,75
3	Биологические основы физической культуры и спорта	13,5	1,5	4,5	6,75	0,75
4	Профессионально-прикладная физическая культура и спорт	13,5	1,5	4,5	6,75	0,75
	<b>Всего часов</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>3</b>

**Каждый модуль программы 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 раздел** 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 раздел.** 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	В ЗЕ	В академ. часах	I семестр	VI семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2,0</b>	<b>72</b>	<b>1,0 з.ед. 36 час.</b>	<b>1,0 з.ед. 36 час.</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>2,0</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	0,5	8	4	4
Практические занятия (ПЗ)	1,0	60	30	30
Контрольный раздел, входит в аудиторные занятия (КР)	0,5	4	2	2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах	I семестр	VI семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2,0</b>	<b>54</b>	<b>1,0 з.ед. 27 час.</b>	<b>1,0 з.ед. 27 час.</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>2,0</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
Лекции (Лек)	0,5	6	3	3
Практические занятия (ПЗ)	1,0	45	22,5	22,5

Контрольный раздел, входит в аудиторные занятия (КР)	0,5	3	1,5	1,5
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

#### 4.4.2. Дисциплины вариативной части (обязательные дисциплины) «Общая физическая химия» (Б1.В.01)

**1. Цель дисциплины** – Основной целью курса является формирование цельного и непротиворечивого представления о физических и физико-химических основах протекания химических процессов

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4).

*Знать:*

смысл понятий: термодинамическая система, состояние, интенсивные и экстенсивные параметры, степень свободы, изотерма, изобара, изохора, адиабата, энтальпия, внутренняя энергия, энтропия, энергия Гиббса, энергия Гельмгольца, химический потенциал, концентрация, молярность, парциальное давление, молярная доля, фаза, гомогенная система, гетерогенная система, фазовая диаграмма, ликвидус, солидус, тройная точка, критическая точка, кривая охлаждения, степень превращения, константа равновесия, идеальный раствор, криоскопия, эбулиоскопия, осмос, pH, кислота, основание, диссоциация, гидролиз, ПР, электро-химический потенциал, гальванический элемент, окислительно-восстановительная пара, ЭДС, скорость реакции, порядок реакции, кинетическое уравнение, катализ, цепная реакция;

Закономерности протекания физических и физико-химических процессов: уравнение состояния идеального газа, основы химической термодинамики и термохимии, способы определения направления и возможности протекания процессов, закономерности протекания фазовых переходов, физико-химические методы разделения веществ, современные представления о растворах, кислотах и основаниях, коллигативные свойства растворов, кислотно-основные равновесия, основы электрохимии, основные законы химической кинетики;

*Уметь:*

производить расчеты: параметров газовых смесей, тепловых эффектов химических реакций, параметров фазового и химического равновесия, электродных потенциалов, электродвижущей силы (э. д. с.) гальванических элементов, кинетических параметров и скорости химических реакций;

строить фазовые диаграммы;

находить в справочной литературе, компьютерных базах данных и сетях показатели физико-химических свойств веществ;

*Владеть:*

понятийным аппаратом в области химической термодинамики, электрохимии и химической кинетики.

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

*Модуль 1. Введение в химическую термодинамику.*

1.1. Основные задачи химической термодинамики. Термодинамические параметры. Открытая, замкнутая и изолированная системы. Экстенсивные и интенсивные термодинамические параметры. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Функция энтальпии. Тепловой эффект химической реакции при постоянном давлении, постоянном объеме и постоянной температуре. Термохимические уравнения. Теплоты образования и сгорания. Стандартные состояния и стандартные теплоты. Энергия разрыва химической связи. Расчет тепловых эффектов реакций по теплотам сгорания, образования и энергиям разрыва связи. Закон Гесса и термохимия. Теплоемкость. Теплоемкость идеального газа. Теплоемкости одноатомных и многоатомных газов. Зависимость теплоемкости и энтальпии вещества от температуры. Зависимость тепловых эффектов химических реакций от температуры, уравнение Кирхгоффа. (Лекции - 4 часа, семинар - 2 часа)

1.2. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Направление самопроизвольного процесса в изолированной системе. Статистическая природа второго закона термодинамики. Энтропия. Энтропия идеального кристалла. Энтропия идеального газа. Изменения энтропии при постоянном объеме и постоянном давлении. Изменение энтропии в необратимых процессах. (Лекция - 2 часа, семинар - 1 час)

1.3. Термодинамические функции. Свободная энергия и максимальная работа. Свободная энергия Гиббса и Гельмгольца. Условия самопроизвольного протекания процесса при постоянных  $p, V$  и  $p, T$ . Химический потенциал. Активность. Термодинамические расчеты. (Лекция - 2 часа, семинар - 1 час)

*Модуль 2. Химическое и фазовое равновесие.*

2.1. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Условия химического равновесия в гомо- и гетерогенных системах. Глубина протекания процессов. Степень превращения. Константа равновесия. Факторы, влияющие на величину константы равновесия. Смещение положения равновесия. Принцип подвижного равновесия Ле Шателье-Брауна. Стандартная свободная энергия. (Лекция - 2 часа, семинар - 2 часа, контрольная – 1, контрольная)

2.2. Фазовые равновесия. Теплоты кипения и плавления. Термический анализ. Правило фаз Гиббса. Степень свободы, вариантность системы. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Фазовые равновесия на  $P$ - $T$ -диаграмме. Аналитическое описание кривых на  $P$ - $T$ -диаграмме.  $P$ - $T$ -диаграмма воды. Фазовые поля. Тройная точка. Метастабильные состояния. Фазовые переходы первого рода.  $P$ - $T$ -диаграмма серы. (Лекция - 2 часа, семинар - 1 час)

2.3. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем.  $P$ - $T$ ,  $T$ - $X$  и  $P$ - $X$ -проекции,  $T$ - $X$  и  $P$ - $X$ -сечения. Конденсированные системы. Основные типы диаграмм двухкомпонентных систем (Эвтектика, конгруэнтно и инконгруэнтно плавящиеся соединения, ограниченные и неограниченные твердые растворы). Применение правила фаз к двухкомпонентным системам. Состав и относительные количества равновесных фаз. (Лекции - 3 часа, семинар - 1 часа)

*Модуль 3. Растворы.*

3.1. Насыщенный раствор и растворимость. Диаграмма системы сольвода (на примере  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ ). Зависимость растворимости от температуры. Факторы, влияющие на растворимость. Криогидратная точка. (Лекция - 2 часа, семинар - 1 час)

Давление насыщенных паров над раствором.  $P$ - $X$  и  $T$ - $X$ -диаграммы для растворов типа жидкость-жидкость. Закон Рауля. Идеальный раствор.  $P$ - $T$ -диаграммы воды и растворов. Правило фаз для растворов. (Лекция - 1 час, семинар - 1 час)

Коллигативные свойства растворов. Криво и эбулиоскопия. Осмос и осмотическое давление. Термодинамическое обоснование закона ВантГоффа. Определение молекулярных масс органических соединений на основании свойств растворов. (Лекция - 2 часа, семинар - 1 час)

3.2. Взаимодействие растворителя с веществом. Сольватация катиона и аниона. Коллигативные свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент. Активности и коэффициенты активности. Степень электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Константа диссоциации слабых электролитов. Способы смещения равновесия. Растворы сильных электролитов. Ионные пары, активность, ионная сила раствора. Малорастворимые соли. Произведение растворимости. Способы понижения и повышения растворимости. *(Лекция - 2 часа, семинар - 1 час)*

3.3. Теории кислот и оснований. Автопротолиз. Ионное произведение воды. Сильные и слабые кислоты. Факторы, определяющие силу кислот. Концентрация ионов водорода. pH. Гидратированные катионы, как пример слабых кислот. Гидролиз солей, образованных сильной кислотой и слабым основанием. Константа и степень гидролиза. Факторы, влияющие на степень гидролиза. Гидролиз солей, образованных слабой кислотой и сильным основанием. Гидролиз солей слабых кислот и оснований. Образование кластеров при гидролизе. Буферные растворы. *(Лекция - 2 часа, семинар - 2 часа, контрольная)*

*Модуль 4. Методы очистки веществ.*

4.1. Термодинамические аспекты получения "абсолютно чистых веществ". Методы очистки твердых и жидких веществ. Перекристаллизация из раствора (связь с ТХ-диаграммой системы сольвода). Коэффициент распределения примесей. Соосаждение, адсорбция, окклюзия. Кристаллизация из расплава (ТХ-диаграммы). Зонная плавка. ТХ-диаграмма системы жидкость-пар, дистилляция. Коэффициент распределения. Возгонка, РТ-диаграммы перегоняемых веществ. Транспортные реакции. Хроматография и адсорбция. Экстракция. Ионный обмен. Коэффициент распределения. *(Лекции - 4 часа, семинар - 2 часа)*

*Модуль 5. Введение в электрохимию.*

5.1. Окислительно-восстановительные процессы и степень окисления. Сопряженные окислительно-восстановительные пары в растворах. Электродвижущие силы и электродные потенциалы. Обратимые элементы, химическая и электрическая энергия. Химическая и электрическая энергия. Концентрационный элемент. Окислительно-восстановительный потенциал. Стандартный потенциал. Электродные потенциалы. Водородный, каломельный и хлорсеребряный электроды. *(Лекции - 2 часа, семинар - 1 час)*

5.2. Стандартные электродные потенциалы. Определение направления окислительно-восстановительных реакций. ЭДС,  $\Delta G$ , константа равновесия. Диаграммы Латимера и Фроста. Уравнение Нернста (термодинамический вывод). Расчет потенциалов химических реакций: влияние pH, комплексообразования, образования малорастворимых соединений. Диаграммы "E-pH". Электролиз растворов и расплавов. Источники тока. Гальванические элементы. Аккумуляторы. Топливные элементы. *(Лекции - 2 часа, семинар - 1 час)*

*Модуль 6. Введение в химическую кинетику.*

6.1. Предмет химической кинетики. Соотношение кинетики и термодинамики. Средняя и истинная скорость реакции. Закон действующих масс. Порядок и молекулярность реакции. Кинетические уравнения. Методы определения порядка реакции. Константа скорости. Кинетический вывод константы равновесия. Кинетика обратимых реакций. *(Лекция - 1 час, семинар - 2 часа)*

6.2. Зависимость скорости реакции от температуры. Распределение Максвелла-Больцмана. Уравнение Аррениуса. Теория активных соударений. Активированный комплекс. Понятие о поверхности потенциальной энергии, координате и профиле пути реакции. Соотношение  $E_a$  и  $\Delta H$  Стерический фактор. Энтропия активации. Сложные и элементарные реакции, лимитирующая стадия. *(Лекция - 2 часа, семинар - 1 час)*

6.3. Скорость процесса и природа реагирующих частиц: реакции между молекулами, радикалами и ионами. Гомо- и гетеролитический распад. Процессы,

протекающие по  $S_N1$  и  $S_N2$ -механизмам. Параллельные процессы. Метод конкурирующих реакций. Последовательные реакции. Промежуточный продукт. Метод квазистационарных концентраций. Цепные реакции. Катализ. Гомогенный катализ в газовой и жидкой фазах. Механизм кислотноосновного катализа. Гетерогенный катализ. Явления сорбции - десорбции. Изменение энергии связи молекул при сорбции, диссоциативная сорбция. Реакции Лэнгмюра-Хиншелвуда и Элея-Ридела. Катализаторы и ингибиторы химических реакций. Механизм и кинетика реакций в гомо и гетерогенных системах. Общие сведения о кинетике твердофазных процессов. Диффузионно-лимитирующиеся процессы. Зародышеобразование. (Лекция - 2 часа, семинар - 2 часа, контрольная)

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>72,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		3,2
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2</b>	<b>54,3</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1	27
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		2,4
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

#### «Линейная алгебра для химиков» (Б1.В.02)

- 1. Цель дисциплины** – развитие логического алгоритмического мышления, овладение методами исследования и решения математических задач, выработка умения самостоятельно расширять математические знания и использовать средства линейной алгебры для решения прикладных задач.
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
 Обладать следующими компетенциями:
  - способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3);
  - способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4).

*Знать:*

  - основы линейной алгебры, необходимые для решения естественнонаучных задач;

*Уметь:*

  - применять методы линейной алгебры, теоретического и экспериментального исследования для решения естественнонаучных задач;

*Владеть:*



- навыками применения современного математического инструментария для решения естественнонаучных задач;
- методикой построения анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития естественнонаучных явлений и процессов.

### 3. Краткое содержание дисциплины

*Модуль 1.* Матричное исчисление. Линейные операции над матрицами. Произведение матриц. Транспонирование матрицы. Определение обратной матрицы, её свойства и вычисление. Модель Леонтьева многоотраслевой экономики (балансовый анализ).

*Модуль 2.* Системы линейных уравнений. Система линейных уравнений. Совместность и несовместность. Теорема Кронекера-Капелли. Исследование систем линейных уравнений.

*Модуль 3.* Векторная алгебра. Вектор. Линейные операции над векторами. Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов.

*Модуль 4.* Элементы аналитической геометрии и теории линейных пространств. Прямая на плоскости и в пространстве. Плоскость в пространстве. Окружность, эллипс, гипербола, парабола. Понятие линейного пространства. Примеры. Размерность и базис линейного пространства. Собственные числа, собственные значения.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3</b>	<b>108,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	2	72
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		3,2
<b>Вид контроля: зачёт, зачёт с оценкой</b>	-	-

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>3</b>	<b>81,3</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	2	54
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,45
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		2,25
<b>Вид контроля: зачёт, зачёт с оценкой</b>	-	-

### «Социально-политическая история для химиков» (Б1.В.03)

1. **Цель дисциплины** – приобретение студентами научных знаний в области социально-политической жизни общества через анализ истории России XX-XXI вв.
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 (ОК-3);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7).

*Знать:* объект, предмет, методы и функции социально-политической истории, ее место в системе социально-гуманитарных дисциплин; этапы развития социально-политической исторической науки; место и роль политики в жизни общества, ее сущность и функции; характерные черты и особенности политической власти; основные политические институты; сущность и виды политических процессов и отношений; понятие политического лидерства; роль, функции, системы отбора политической элиты; сущность и виды политической культуры; основные типы идеологий; характер и особенности современного мирового политического процесса.

*Уметь:* понимать и анализировать актуальные проблемы современного политического процесса; вести дискуссию, аргументировано отстаивать свою позицию по значимым социально-политическим событиям; ориентироваться в системе современных политических технологий; применять знания социально-политической истории для анализа современных политических феноменов.

*Владеть:* категориально-понятийным аппаратом социально-политической истории; методами социально-политического исторического анализа общественной жизни; навыками политической культуры для выработки системного, целостного взгляда на политические события; применять теоретические знания в своей практической деятельности.

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

*Модуль 1. Государство и политическая власть в истории России (XX-XXI вв).*

1.1. Предмет социально-политической истории России.

Место социально-политической истории в системе исторического знания. Модели понимания и интерпретации социально-политического процесса. Понятийно-категориальный аппарат, методы, функции социально-политической истории. Традиции политического анализа исторического процесса в отечественной науке. Характер и особенности политической культуры России.

1.2. Государство в истории России (XX-XXI вв.).

Понятие государства и его функции. Формы правления и государственно-территориального устройства. Изменения форм правления и государственно-территориального устройства в истории России XX-XXI вв. Проблемы формирования и развития парламентаризма, правового государства и гражданского общества в России в XX-XXI вв.

1.3. Эволюция политического режима России в XX-XXI вв.

Понятие и типы политических режимов. Тоталитаризм, авторитаризм, демократия. Современные теории демократии.

Политический режим царской России. Политические режимы Советского государства. Политический режим современной России.

*Модуль 2. Основные социально-политические процессы в истории России XX-XXI вв. и их субъекты.*

2.1. Идеологии и партии в социально-политической истории России XX-XXI вв.

История становления партий и партийной системы в России. Партийная система современной России.

Характеристики основных идеологических течений современности и их отражение в истории России XX-XXI вв .

2.2. Революции и реформы в новейшей истории России.

Революция и реформы: понятие и сущность. Революции в российской истории и их последствия. Реформы XX века. Проблемы модернизации современной России. Реформирование современного российского общества: проблемы и перспективы.

2.3. Характеристика социально-классовой структуры российского общества.

Понятие социально-классовой структуры: сословия, классы, социальные группы. Трансформация социально-классовой структуры общества на различных этапах истории России.

Модуль 3. Национальные отношения в России XX-XXI вв. Внешняя политика России в новейшей истории.

### 3.1. Национальные отношения и национальная политика России XX-XXI вв.

Особенности формирования России как многонационального государства; характеристика ее национального состава. Национально-государственное строительство в России: от империи к федерации. Этнополитические процессы в современной России.

### 3.2. Внешняя политика России (XX-XXI вв).

Национальные интересы и внешняя политика. Внешняя политика России в начале XX века. Мировые войны и изменения в системе международных отношений. Внешняя политики России на современном этапе. Место и роль России в современном мире.

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>35,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		3,4
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>26,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		2,55
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### «Теория вероятностей и математическая статистика в химии» (Б1.В.04)

- 1. Цель дисциплины** – формирование математической культуры студентов, – фундаментальная подготовка студентов в области теории вероятностей и математической статистики, – овладение современным аппаратом обработки статистических данных для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4).

*Знать:*

- основные понятия, определения и свойства объектов теории вероятностей и математической статистики, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла.

*Уметь:*

- решать задачи теории вероятностей, уметь применять полученные навыки для обработки статистических данных в других областях математического знания, дисциплинах профессионального цикла и научно-исследовательской работе.

*Владеть:*

- навыками нахождения вероятности случайного события, методам нахождения точечных и интервальных оценок параметров распределения, методом наибольшего правдоподобия, навыками проверки статистических гипотез.

### 3. Краткое содержание дисциплины

*Модуль 1. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.*

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

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

*Модуль 2 Математическая статистика.*

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

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54,4</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,5</b>	<b>18</b>
Контактная самостоятельная работа	0,2	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,0
<b>Вид контроля: экз.</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,8</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,5</b>	<b>13,5</b>
Контактная самостоятельная работа	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		5,40
<b>Вид контроля: экз.</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

### «Теория групп в химии» (Б1.В.05)

- 1. Цель дисциплины** – заложить фундамент для освоения ряда химических современных дисциплин, сформировать прочные знания по основам теории групп и выработать навыки к решению конкретных задач по теории групп
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:
  - способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3);
  - способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

#### **Знать:**

- основные теоремы теории групп;
- понятие группы и подгруппы;
- понятие изоморфизма и гомоморфизма группы;
- понятие нормального делителя и факторгруппы;
- понятие представления группы;
- классификацию точечных групп и их представления;
- понятие группы и алгебры Ли;
- иметь базовые знания в области методов теории групп, необходимые для успешного изучения химических дисциплин, решения задач, возникающих в профессиональной сфере.

#### **Уметь:**

- проверять является ли непустое множество с заданной на нем бинарной операцией группой;
- вычислять порядок конечной группы и порядок любого ее элемента;
- описывать строение подгрупп конечной циклической группы;
- описывать строение симметрической группы;
- раскладывать конечную группу в объединение непересекающихся смежных классов по подгруппе;
- вычислять порядок произведения конечных подгрупп группы;
- проверять, является ли подгруппа нормальной в группе;
- строить фактор-группу группы по некоторой ее нормальной подгруппе;
- вычислять характеры неприводимых представлений точечных групп.

#### **Владеть:**

- теоретико-множественными методами исследования групп;

– методами теории представления групп.

### 3. Краткое содержание дисциплины

*Модуль 1. Основные понятия теории групп и линейные представления*

1. Взаимосвязь теории групп и химии. Понятие группы.
2. Группы симметрии. Примеры групп. Теоремы о единственности единичного и обратного элементов. Подгруппы.
3. Изоморфизм групп. Конечные и бесконечные группы. Порядок группы. Сдвиг по группе.
4. Порядок и период (цикл) элемента. Циклические группы.
5. Группа перестановок. Пример группа перестановок трех элементов как группа симметрии равностороннего треугольника.
6. Теорема Кэли. Таблица умножения.
7. Левые и правые смежные классы. Теорема Лагранжа. Примеры для группы перестановок трех элементов.
8. Сопряженные элементы и сопряженные классы.
9. Самосопряженная подгруппа (инвариантная подгруппа, нормальный делитель). Простые группы.
10. Фактор-пространство и фактор-группа. Примеры построения фактор-группы. Центр группы.
11. Гомоморфизм групп. Ядро и образ гомоморфизма. Эпиморфизм.
12. Свойства гомоморфизмов. Естественный гомоморфизм. Группа автоморфизмов.
13. Точечные группы - конечные подгруппы группы  $O(3)$ . Классификация точечных групп.
14. Линейное представление группы. Примеры представлений для точечных групп.
15. Эквивалентные представления. Точное представление.
16. Унитарное представление, существование эквивалентного унитарного представления.
17. Характер представления, характер эквивалентных представлений и характер сопряженного класса.
18. Неприводимые представления и вполне неприводимые представления.
19. Леммы Шура. Неприводимые представления абелевых групп.
20. Соотношения ортогональности для матричных элементов представления.
21. Соотношение ортогональности для характеров неприводимых представлений.
22. Однозначность разложения приводимого представления на неприводимые.
23. Регулярное представление. Соотношения Бернсайда. Число различных неприводимых представлений.
24. Построение таблиц характеров неприводимых представлений для точечных групп.
25. Композиция представлений группы.
26. Применение теории групп для классификации нормальных колебаний молекулы.
27. Группы Ли. Общие свойства групп Ли.
28. Понятие алгебры Ли. Генераторы группы. Экспоненциальное отображение.
29. Операторная форма генераторов группы Ли. Представления групп Ли.
30. Неприводимые представления группы трехмерных вращений. Спинорные и тензорные представления.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>71,8</b>

Контактная самостоятельная работа	0,5	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,6
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>67,35</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,2
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

**«Информационные технологии в научной деятельности специалистов-химиков»  
(Б1.В.06)**

- 1. Цель дисциплины** – подготовка студентов в области информационного сопровождения научной деятельности, привитие навыков самостоятельного поиска химической информации в различных источниках.
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ПК-6);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7).

*знать:*

- основные составляющие информационного обеспечения процесса сопровождения научной деятельности, понятия и термины;
- основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;
- общие принципы получения, обработки и анализа научной информации;

*уметь:*

- выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей;
- находить профильную информацию в различных отечественных и зарубежных информационных массивах;
- обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации,

*владеть:*

- знаниями о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними;
- практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;
- основными подходами для анализа полученной данных и использования их в своей профессиональной деятельности.



### 3. Краткое содержание дисциплины

#### *Модуль 1. Введение*

Научно-техническая информация (примеры НТИ), классификация источников НТИ — первичные (статьи, патенты, другие виды полнотекстовых публикаций) и вторичные (реферативные базы данных, реферативные журналы, справочники).

#### *Модуль 2. Что такое STN International. Библиографические базы данных*

Общие сведения о базах данных (БД) в режиме online в БД STNInternational. Классификация БД. Основные команды языка Messenger. Логические операторы. Символы усечения и позиционные операторы. Критерии выбора релевантной БД. Алгоритм проведения поиска в библиографических БД. Понятие об индексах. Basic Index. Специальные индексы. Учебные БД — Learning Chemical Abstracts (LCA), Learning Registry (LReg), Learning CASReact — LCASReact.

#### *Модуль 3. Библиографическая БД Chemical Abstracts*

Общие представления о библиографической БД Chemical Abstracts (CA). Печатное издание CA. Электронные БД CA on CD (offline), БД CA, HCA, ZCA, CAPlus, ZCAPlus, HCAPlus через STN (online). Возможность поиска по цитированию. Регистрационные номера CAS (CAS RNs). Ключевые слова и контролируемые термины. Роли и их применение.

#### *Модуль 4. Структурно-химические БД. БД Registry*

Структурно-химической файл Registry. БД Registry как единый формульный указатель к БД CA. Пример записи в БД Registry. Поиск по полному химическому названию. Особенности систематической номенклатуры Chemical Abstracts Service. Поиск по молекулярной формуле (порядок Хилла), фрагментам химического названия, Ring System.

#### *Модуль 5. Редактор STN Express для структурного поиска*

Структурный поиск в БД STN. Графический интерфейс STN Express-8. Построение и проверка структурных запросов. Представление тауномеров. Основные виды поисков. Реакционная БД CASREACT (mapping, marking)

#### *Модуль 6. Патентная информация в STN International и иных источниках НТИ.*

Патенты как первоисточники НТИ. Процедура патентования — заявка, публикация, патент. Время действия патента. Правовой статус патента. Международная классификация изобретений. Патентное семейство.

Доступ к полным текстам патентов (открытый доступ).

Европейское патентное ведомство. Патентное ведомство США. Патентное ведомство Японии. Патентное ведомство России – Роспатент.

Патентные ресурсы с лицензионным видом доступа:

Патентные БД в STN International.

Патентная БД Questel Orbit.

#### *Модуль 7. Информационно-поисковая система SciFinder, REAXYS, Web of Science*

Понятие о популярных структурно-химических поисковых системах SciFinder, Reaxys – информационное наполнение, частота обновления, особенности интерфейса. База данных научного цитирования SciSearch (STN International), Web of Science (Web of Knowledge). Импакт-факторы журналов, Хирш индекс (h index). Особенности поиска по цитированию в различных информационных ресурсах.

#### *Модуль 8. Заключение*

Источники полнотекстовой информации для химиков и химиков-технологов.

Возможность полнотекстового поиска на сайтах издательств. Что такое ISSN журналов.

Каталоги БЕН РАН и ВИНТИ РАН в интернет. Поиск публикаций с использованием Google Scholar. Поиск статей из научных журналов с использованием системы CrossRef (DOI).

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>89,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6
<b>Вид контроля: зачёт с оценкой</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,65</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>67,35</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,7
<b>Вид контроля: зачёт с оценкой</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### **«Химическая кинетика» (Б1.В.07)**

- 1. Цель дисциплины** – овладеть знаниями об основных кинетических закономерностях протекания химических процессов, путях выявления методов, позволяющих устанавливать природу скорость-определяющей стадии и делать выводы о возможном механизме реакции, понимать роль катализа для химической технологии.
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
 Обладать следующими компетенциями:
  - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
  - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
  - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

#### *Знать:*

- основные кинетические закономерности протекания химических реакций;
- теории химической кинетики, пути теоретического расчета скоростей химических реакций и ограничения в применимости расчетных методов;
- основы теории фотохимических и цепных реакций, реакций в растворах. особенности их стадийного протекания и условия осуществления;
- основные черты гомогенного и гетерогенного катализа, причины ускорения химического процесса в присутствии катализатора.

#### *Уметь:*

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии для решения вопросов, возникающих при изучении кинетики химических реакций;
- находить скорость и устанавливать порядок химической реакции;

- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведенных опытов.

*Владеть:*

- знаниями основных законов химической кинетики, влияния различных факторов (температуры, давления, катализатора) на скорость химической реакции.
- комплексом методов определения порядка и скорости реакции;
- подходами для установления лимитирующей стадии и механизма изучаемой химической реакции.

### 3. Краткое содержание дисциплины

*Модуль 1.* Скорость химической реакции, константа скорости, порядок и молекулярность реакции. Кинетика необратимых реакций 1-го, 2-го, 3-го и нулевого порядков. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Сложные реакции. Принцип независимого протекания элементарных реакций. Обратимые, параллельные и последовательные реакции 1-го порядка. Принцип лимитирующей стадии последовательной химической реакции. Метод квазистационарных концентраций, область применения. Влияние температуры на скорость реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса, дифференциальная и интегральные формы уравнения. Экспоненциальная форма уравнения Аррениуса. Энергия активации и предэкспоненциальный множитель.

*Модуль 2.* Теории химической кинетики: теория активных соударений и теория переходного состояния ТПС (активированного комплекса). Основные положения ТАС, механизм активации молекул. 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. Теория переходного состояния (активированного комплекса) (ТПС или ТАК). Основные положения ТПС, кинетическая схема реакции. Активированный комплекс и его свойства. Поверхность потенциальной энергии. Координата реакции, профиль пути реакции, энергия активации. Энтальпия и энтропия активации. Истолкование предэкспоненциального множителя и стерического фактора в рамках теории переходного состояния. Достоинства и недостатки теории.

*Модуль 3.* Фотохимические реакции. Химические и фотофизические стадии, вторичные процессы. Кинетика фотохимических реакций. Сенсibilизированные фотохимические реакции. Цепные реакции, механизмы зарождения, развития и обрыва цепи. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Вероятностная теория разветвленных реакций. Предельные явления в цепных реакциях, нижний и верхний пределы воспламенения. Особенности протекания химических реакций в растворах. Клеточный эффект. Кинетическая схема протекания бимолекулярной реакции в растворе. Предельные случаи протекания реакции. Быстрые (диффузионно-контролируемые) реакции, диффузионный предел константы скорости реакции. Уравнение Бренстеда-Бьеррума. Кинетика ионных реакций в растворах. Влияние ионной силы раствора на скорость реакций с участием ионов. Макрокинетика. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций. Различные режимы протекания реакций (внешняя кинетическая область; области внешней и внутренней диффузии).

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18

<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>71,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В астр. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>53,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,35
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### **«Катализ в химических реакциях» (Б1.В.8)**

- Основной целью** учебной дисциплины является ознакомление с современными представлениями о катализе, механизмах каталитических реакций и роли катализа в современной промышленности — химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей, биохимической и пищевой. Особое внимание уделяется рассмотрению важнейших закономерностей кинетика каталитических реакций и взаимосвязи с физико-химическими свойствами веществ.

- В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

- сущность, закономерности катализа, его роль в химии;
- основные направления развития теоретических представлений о природе каталитического действия;
- особенности кинетики гетерогенных каталитических реакций и методы ее исследования;
- основные методы приготовления гетерогенных катализаторов, а также иметь представление о влиянии термической обработки, закономерностях формирования фазового состава и текстуры при термическом разложении солей и гидроксидов, спекании пористых тел;
- основы физико-химических методов исследования свойств катализаторов.

*Уметь:*

- проводить системные исследования в области катализа по приоритетным направлениям;
- выполнять кинетические расчеты для гетерогенных каталитических реакций;
- применять различные физико-химические методы для исследования каталитических реакций.

*Владеть:*

- необходимыми знаниями в области исследования и применения гетерогенных

катализаторов и каталитических процессов и навыками их использования для решения фундаментальных и прикладных задач.

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

#### *Модуль 1. Введение. Основные понятия*

1. Роль катализа в химии. Определение катализа, его виды и основные понятия

Определения катализа. Основные этапы развития представлений о катализе. Каталитические процессы в природе. Роль катализа в современной промышленности – химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей, биохимической и пищевой. Активность и стабильность катализаторов. Промоторы и каталитические яды (ингибиторы). Влияние катализаторов на селективность параллельных, последовательных, последовательно-параллельных и других сложных реакций. Зависимость селективности от конверсии в сложных реакциях при участии катализаторов на отдельных стадиях. Связь катализатора с термодинамикой.

2. Развитие представлений в области катализа. Теории катализа

Механизм каталитических реакций, каталитический цикл. Развитие представлений об активных центрах. Мультиплетная теория А.А. Баландина и другие современные теории катализа. Методы и примеры построения кинетических уравнений каталитических реакций, их связь с механизмом реакции. Стационарное состояние различных форм каталитического комплекса. Современная систематика каталитических реакций.

3. Адсорбция и ее роль в катализе

Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитической реакции. Природа адсорбционного взаимодействия. Физическая адсорбция и хемосорбция. Изотермы адсорбции. Теплота адсорбции и ее зависимость от степени заполнения поверхности. Простейшие типы адсорбционных слоев (Лэнгмюра, Брунауэра – Эммета – Теллера, Фрейндлиха). Учет неоднородности поверхности. Адсорбционные методы измерения поверхности катализатора и концентрации каталитически-активных центров. ИК- и УФ-спектроскопия в адсорбции и катализе.

4. Кинетика гетерогенных каталитических реакций

Микро- и макрокинетика гетерогенных каталитических реакций. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций, их признаки и методы экспериментального подтверждения. Кинетическая область гетерогенного катализа. Уравнение Лэнгмюра – Хиншельвуда. Кинетика реакций при сравнимых скоростях адсорбции и химической реакции на поверхности. Внешнедиффузионная и переходные с ней области катализа, кинетика реакций. Внутридиффузионная и переходные с ней области гетерогенного катализа, кинетика, фактор эффективности, модуль Тиле. Область протекания и селективность гетерогенно-каталитических реакций.

#### *Модуль 2. Кислотный катализ*

1. Гомогенный кислотный катализ

Определения. Основные классы реакций, протекающие по механизму гомогенного кислотного катализа. Механизмы гомогенного кислотного катализа: специфический и общий. Современные представления о механизмах гомогенного катализа: сольватация  $H^+$ , механизмы с учетом сольватации, сверхкислоты. Промышленные процессы.

2. Гетерогенный кислотный катализ

Гетерогенные катализаторы кислотной природы. Роль брэнстедовских и льюисовских кислотных центров в хемосорбции и катализе на оксидах алюминия, кремния и алюмосиликатах. Модифицированные и смешанные оксидные катализаторы. Цеолитные катализаторы, связь их активности с типом цеолита, наличием гидроксильных групп, природой и концентрацией введенных в цеолит ионов. Молекулярно-ситовые свойства цеолитных катализаторов. Основные классы реакций осуществляемых на гетерогенных кислотных катализаторах. Промышленные процессы: каталитический крекинг и изомеризация парафинов. Технологическое оформление процессов.

#### *Модуль 3. Катализ на металлах. Реакции с участием водорода*

1. Катализ на металлах (гидрирование, гидрогенолиз, и т.д.). Реакции с участием  $H_2$

Металлы и сплавы как катализаторы. Корреляция между каталитической активностью металлов и степенью участия d-электронов в образовании металлических связей. Локальные и коллективные электронные взаимодействия при хемосорбции и катализе на металлах и сплавах. Роль  $\pi$ -комплексов в катализе на металлах в сплавах. Электронная трактовка хемосорбции и катализа на полупроводниках. Связь каталитической активности с положением уровня Ферми. Структурная чувствительность реакций. Механизм гидрирования этилена. Механизм гидрогенолиза этана.

2. Нанесенные металлические катализаторы

Металлические катализаторы на носителях. Зависимость каталитических свойств металлов от дисперсности частиц металла и от предварительной термообработки. Катализ оксидами переходных металлов. Методы приготовления гетерогенных катализаторов: осаждение, пропитка, кристаллизация, золь-гель метод, механохимический метод. Термическая обработка катализаторов. Закономерности формирования фазового состава и текстуры при термическом разложении солей и гидроксидов. Спекание пористых тел. Факторы, определяющие дисперсность активного компонента. Пористая структура катализаторов, способы ее формирования и методы исследования. Ртутная порометрия. Степень использования поверхности пор катализатора. Оптимальная структура пор катализатора. Риформинг и другие реакции, протекающие на нанесенных катализаторах.

3. Получение синтез-газа и процессы на его основе. Синтез Фишера-Тропша. Синтез аммиака

Основные промышленные каталитические процессы. Получение водорода и синтез-газа каталитической конверсией углеводородов. Паровая конверсия в получении синтез-газа. Реакции, лежащие в основе процесса. Условия проведения процесса и причины выбора этих условий. Катализаторы процесса. Синтез Фишера-Тропша, термодинамика и условия проведения процесса. Диссоциативный и ассоциативный механизмы: стадии роста и обрыва цепи. Понятие о схеме Андерсона. Катализаторы Фишера-Тропша. Синтез аммиака, термодинамика и условия проведения. Механизм реакции, катализаторы.

*Модуль 4. Каталитическое окисление*

1. Каталитическое окисление. Общие принципы. Полное и селективное каталитическое окисление

Два основных класса процессов каталитического окисления. Катализаторы процессов окисления. Формы активного кислорода. Механизмы каталитического окисления. Механизм Марса-Ван Кревелена. Зависимость кинетики процесса окисления от подвижности кислорода решетки оксида. Зависимость активности и селективности катализатора окисления от подвижности кислорода (энергии связи кислород-катализатор).

2. Полное окисление. Каталитические методы защиты окружающей среды. Автомобильные каталитические нейтрализаторы. Получение серной кислоты

Катализаторы полного окисления. Формы активного кислорода и основные закономерности кинетики. Экологический катализ. Трехмаршрутный автомобильный катализатор (TWC). Основные реакции, протекающие на TWC. Механизмы каталитического окисления монооксида углерода на металлических и оксидных катализаторах. Основные закономерности каталитического окисления углеводородов. Лимитирующая стадия процесса. Окисление неорганических соединений. Получение серной и азотной кислот.

3. Селективное окисление. Методы повышения селективности реакций каталитического окисления. Синтез этиленоксида и принципы «зеленой химии». Синтез акролеина и акриловой кислоты

Основные принципы проведения реакций селективного окисления. Окисление этилена в этиленоксид. Катализатор процесса и его механизм согласно Килти-Захтлеру и

Ван Сантену. Роль промоторов. Окисление пропилена в акролеин. Механизм процесса и функции различных компонентов катализатора.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,4</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		3,2
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,3</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,7
<b>Вид контроля: экзамен</b>	<b>1</b>	<b>26,7</b>

#### «Избранные главы наук о материалах» (Б1.В.09)

- 1. Цель дисциплины** – состоит в приобретении студентами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области материаловедения и, в частности, в области дизайна, создания и исследования новых функциональных материалов
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

- основные закономерности строения твердых тел на нано-, микро- и макроуровне;
- важнейшие типы современных материалов, их свойства и область применения;
- основные способы получения различных типов наноматериалов и их влияние на свойства получаемого материала;
- методы исследования свойств материала и прогнозирования его работоспособности в заданных условиях эксплуатации;

*Уметь:*

- использовать полученные знания о взаимосвязи состава/структуры материала с его свойствами для решения задач дизайна материалов с заданными свойствами;

- оценивать перспективы использования материала для решения различных задач промышленности;
- применять современные научно-технические достижения для решения проблем наук о материалах и смежных наук.

*Владеть:*

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области материаловедения;
- методологическими подходами к изучению свойств материалов;
- способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области наук о материалах.

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

*Модуль 1. Введение в науки о материалах.*

Место наук о материалах в науке и технике. Задачи и методы наук о материалах. Конструкционные и функциональные материалы. Основные системы классификации материалов. Концепция «состав-структура-свойство». Зависимость свойства материала от степени его структурной упорядоченности. Проблемы выбора и дизайна материалов. Перспективные направления наук о материалах.

*Модуль 2. Иерархическое строение современных твердофазных материалов.*

Использование модели идеального кристалла для описания строения и свойств реальных твердых тел. Элементы зонной теории и теории динамики решетки. Влияние внешних условий на стабильность структуры и свойства кристалла. Реальное строение кристалла: точечные дефекты, дефекты упаковки, дислокации и их движение. Поверхность раздела фаз. Поверхностные дефекты кристалла и методы их исследования. Специфика строения и свойств аморфного состояния вещества. Спектр применения монокристаллических и аморфных материалов в зависимости от их состава, строения и свойств.

*Модуль 3. Электронные свойства твердофазных материалов.*

Металлы: механизм электропроводности, эффект Холла, термоэлектронная эмиссия, понятие о сверхпроводимости. Высокотемпературные сверхпроводники второго поколения. Полупроводники: эффективная масса носителей заряда, энергия Ферми, электропроводность полупроводников, поляроны и акустоэлектронные явления. Основные явления в контактах: термоЭДС, барьер Шоттки, p-n-переход, инжекция носителей в полупроводник. Диэлектрики: диэлектрическая проницаемость и поляризуемость, поведение диэлектриков в высокочастотных электрических полях, диэлектрические потери, сегнето- и пьезоэлектрики, электреты. Ионные проводники, твердые электролиты и топливные элементы.

*Модуль 4. Магнитные свойства твердофазных материалов.*

Диамagnetизм, формула Ланжевена. Парамагнетизм, закон Кюри. Спиновый и орбитальный магнитный моменты. Нормальный и аномальный эффект Зеемана. Ферромагнетизм твердых тел. Магнитный порядок, магнитные фазовые переходы. Влияние доменной структуры на магнитные свойства. Ферро-, антиферро- и ферримагнетизм. Ферриты и их применение. Полифункциональные материалы, мультиферроики и материалы с колоссальным магнетосопротивлением. Основные методы изучения магнитных свойств твердых тел.

*Модуль 5. Физикооптические свойства твердофазных материалов.*

Показатель преломления. Поглощение электромагнитных волн. Дисперсия световых волн и рассеяние света. Понятие о нелинейной оптике, нелинейная поляризация, явление самофокусировки и генерация гармоник. Вынужденное рассеяние света. Электронные переходы, вызванные электромагнитным излучением. Внешний фотоэффект в металлах и полупроводниках, внутренний фотоэффект, фотопроводимость. Экситоны, эксимеры и эксиплексы. Люминесценция твердых тел, трибо- и электролюминесценция. Органические светодиоды. Принцип работы оптических



квантовых генераторов, основные виды лазеров и их применение. Фото-, термо- и электрохромизм, умные стекла.

#### *Модуль 6. Механические свойства твердофазных материалов.*

Упругие свойства твердых тел, основные виды упругих деформаций. Механизмы пластической деформации и разрушения материалов. Предел прочности, твердость, поведение при ударе. Диаграмма напряжение-деформация, скорость деформации. Разрушение, усталость и ползучесть. Микроструктурные особенности разрушения в зависимости от состава материала. Основные применения конструкционных материалов и способы их упрочнения: металлических, керамических, композитных.

#### *Модуль 7. Элементы теории твердофазных химических реакций.*

Типы твердофазных превращений. Полиморфные превращения, мартенситные стали и их применение. Обратимые и необратимые фото- и термоиндуцируемые твердофазные реакции. Особенности термодинамики и кинетики межфазных твердофазных реакций. Степень превращения. Теория Вагнера-Шоттки. Механизмы диффузии и ее энергия активации. Факторы, влияющие на диффузию атомов в конденсированной среде. Законы Фика. Проницаемость полимеров. Использование различных типов твердофазных превращений для получения конструкционных и функциональных материалов, в том числе сплавов, синтетических алмазов, ферритов. Учет твердофазных реакций при эксплуатации композитов.

#### *Модуль 8. Образование и рост твердой фазы*

Механизмы атомно-молекулярных процессов кристаллизации: нуклеация и рост граней кристаллита. Скорость роста, развитие граней кристалла. Теорема Гиббса-Вульфа, габитус кристалла. Термодинамика выделения фазы, гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Получение кристаллических материалов из расплава, пара, по механизму пар-жидкость-кристалл. Явление эпитаксии. Инструментальные методы выращивания монокристаллов неорганических материалов. Метод осаждения из газовой фазы для получения высокочистых монокристаллических материалов или поликристаллических пленок. Литье, отверждение полимеров и неорганических стекол.

#### *Модуль 9. Формирование наноматериалов и их свойства.*

Иерархия наноструктур, закономерности взаимоотношений структуры и свойств наноматериалов. Концепция строительных блоков и шаблонов для самосборки. Общие принципы формирования упорядоченных структур. Самосборка нанокристаллов и области их применения: кластеры металлов, квантовые точки, полупроводниковые нанокристаллы, Формирование нитевидных кристаллов, наностержней, нанотрубок, их применение. Техники послойной сборки: нанореакторы, слоистые наноструктуры и гибридные материалы, примеры структур и их использование в оптике, медицине, электронике. Литография: основные типы, управление свойствами поверхности, микроконтактная и наноконтактная печать.

#### *Модуль 10. Формирование наноматериалов и их свойства (продолжение).*

Понятие о фотонных кристаллах, модифицированный закон Вульфа-Брегга, управление светом с помощью фотонных кристаллов. Микросферы как строительные блоки фотонных кристаллов, их наноструктурирование и самосборка в коллоидные кристаллы, пленки и нити. Спектр применения фотонных кристаллов и структур с искусственными дефектами. Частицы-янусы. «Нано»пористые материалы и их применение: цеолиты, супрамолекулярные соединения включения, клатраты, металлоорганические каркасы. Темплатный синтез, мицеллообразование и нанокомпозиты, Микро- и мезопористые материалы.

#### *Модуль 11. Особенности свойств наноматериалов.*

Оптические свойства наночастиц металлов и полупроводниковых частиц, электролюминесцентные полупроводниковые нанокристаллы. Магнитные свойства наносистем: суперпарамагнетизм, магнитокристаллическая анизотропия, сверхрешетки магнитных нанокристаллов. Механические свойства наноматериалов: структура

межзерненных границ, влияние размеров частиц и границ раздела фаз, поведение нанокристаллических тел при деформации, нанокompозиты и армирование. Наномеханизмы и наноэлектроника: преобразование энергии, наноэлектромеханические свойства различных типов, молекулярные моторы, современные транзисторы на основе углеродных нанотрубок, квантовые компьютеры, графеноподобные структуры для прозрачной электроники.

*Модуль 12. Современные биоматериалы.*

Биомиметика и требования к биоматериалам. Вирусы, самосборка ДНК и с помощью ДНК, примеры биологических «молекулярных машин». Биосовместимые нанокристаллические материалы. Методы получения биокерамики и ее применения. Нанокapsулы. Магнитные наноматериалы в медицине. Наномедицина. Строение некоторых типов биосенсоров. Сопряжение и энергетический обмен между наночастицами и биологически активными молекулами. Понятие о нанобиотехнологии.

*Модуль 13. Свойства полимерных и жидкокристаллических материалов.*

Основные используемые полимеры, их структура и ее взаимосвязь с наблюдаемыми свойствами. Типичные молекулы – мономеры и основные особенности получения материалов на их основе. Области применения полимерных материалов (термопластики, каучуки, связывающие материалы). Спинодальный распад и наноструктурирование полимеров, упорядочивание электрическим полем. Допированные полимерные пленки, их свойства и применение. Мезофазное состояние вещества: анизотропия мезофазы, влияние внешних условий на упорядоченность мезофазы, термография, переход Фредерикса.

*Модуль 14. Гибридные материалы.*

Классификация гибридных материалов по назначению. Структурные особенности и наиболее распространенные строительные блоки современных гибридных материалов. Основные методы получения гибридных материалов. Преимущества гибридных материалов. Частицы-янусы и применение гибридных материалов в медицине, энергетике и производстве.

**4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		27,85
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

- 1. Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний в области эффективной коммуникации и взаимодействия в коллективе.
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-8);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7).

*знать:*

- основные психологические понятия (психика, сознание, индивид, личность, индивидуальность, психические процессы, коммуникация, восприятие, взаимодействие, целеполагание и пр.);

- психологические особенности процесса общения; профессионально важные качества, значимые для будущей специальности; способы разработки оптимальных программ достижения профессиональных целей;

*уметь:*

- анализировать свои возможности и ограничения, использовать методы самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;

- устанавливать с коллегами отношения, характеризующиеся эффективным уровнем общения; анализировать проблемные ситуации с точки зрения психологии человека;

*владеть:*

- навыками и методами разрешения проблемных ситуаций, возникающих в процессе общения (в том числе конфликтных);

- навыками и методами повышения уровня самомотивации к выполнению профессиональной деятельности;

- методами планирования профессиональной деятельности, целеполагания и разработки оптимальных программ реализации цели.

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

*Модуль 1.* Понятие «психологии» как науки. Место психологии в системе наук. История развития психологического знания и основные направления в психологии. Индивид, личность, субъект, индивидуальность. Психика и организм. Психика, поведение и деятельность. Основные функции психики. Развитие психики в процессе онтогенеза и филогенеза. Мозг и психика. Структура психики. Соотношение сознания и бессознательного. Основные психические процессы. Структура сознания.

*Модуль 2.* Познавательные процессы. Ощущение. Восприятие. Представление. Воображение. Мышление и интеллект. Творчество. Внимание. Мнемические процессы. Эмоции и чувства. Психическая регуляция поведения и деятельности. Общение и речь.

*Модуль 3.* Психология личности. Условия, источники и движущие силы психического развития. Проблема возраста и возрастной периодизации. Социальная ситуация развития. Ведущая деятельность. Особенности развития человека в разных возрастах.

### **4. Объем учебной дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>

<b>Контактная работа (КР):</b>	1	36,2
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>35,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		3,4
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	1	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>26,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,2
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

### «Правоведение в применении к химическим производствам» (Б1.В.11)

#### 1. Цель 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 использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-5);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-6);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7).

*Знать:*

- основы российской правовой системы и российского законодательства, основы организации и функционирования судебных и иных правоприменительных и правоохранительных органов;

- правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;

- правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;

- права и обязанности гражданина;

- основы трудового законодательства;

- основы хозяйственного права;

- основные направления антикоррупционной деятельности в РФ.

*Уметь:*

- использовать этические и правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде, использовать права и свободы человека и гражданина при разработке социальных проектов;

- использовать и составлять нормативные и правовые документы, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;

– реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности.

*Владеть:*

– навыками применения законодательства при решении практических задач.

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

*Модуль 1. Понятие и признаки государства.*

Формы государства. Функции государства. Понятие и признаки права. Основные правовые системы современности. Понятие и виды источников 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.

Конституция – основной Закон Российской Федерации. Федеративное устройство РФ. Система государственных органов и принцип разделения властей в РФ. Понятие гражданства. Признание, соблюдение, защита равных прав женщин и мужчин как основная обязанность государства.

*Модуль 2. 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.

*Модуль 3. 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. Предмет и объект криминалистики. Методы и задачи криминалистики. Понятие криминалистической идентификации. Объекты и виды криминалистической идентификации. Криминалистическая техника. Криминалистическая тактика.

*Модуль 4. Экологическое право*

Экологическое право: понятие, предмет метод и источники экологического права РФ. Понятие, виды и структура экологических правонарушений, ответственность за их совершение.

*Модуль 4. Понятие информации.*

Ответственность за нарушение законодательства о защите информации. Государственная тайна: понятие, защита, правовое регулирование государственной, служебной и иной информации. Конфиденциальная информация: понятие, виды и защита. Защита персональных данных гражданина.

*Модуль 5.*

Понятие, предмет и метод гражданского права. Понятие гражданского правоотношения, его специфика. Структура гражданского правоотношения. Праводеспособность субъектов гражданского правоотношения. Граждане как субъекты гражданского права. Физические и юридические лица: понятие, признаки, классификация. Юридические факты. Право собственности. Понятие авторского права. Понятие патентного права. Понятие интеллектуальной собственности (ИС) и исключительного права. Классификация ИС. Система правовой охраны интеллектуальной собственности, авторских и патентных прав.

*Модуль 6. Понятие хозяйственного (предпринимательского) права.*

Предмет хозяйственного (предпринимательского) права, признаки, методы правового регулирования. Понятие хозяйственной и предпринимательской деятельности.

*Модуль 7. Правовое регулирование семейных отношений.*

Заключение и прекращение брака. Права и обязанности родителей и детей. Алименты. Формы воспитания детей, оставшихся без попечения родителей.

*Модуль 8. Предмет и метод трудового права.*

Трудовой договор: понятие, стороны, содержание. Рабочее время. Время отдыха. Трудовые споры. Дисциплина труда.

*Модуль 9. Понятие и истоки коррупции.*

Нормативное определение коррупции. Причины распространения коррупции. Наказуемые и ненаказуемые формы коррупции. Скрытые (латентные) формы 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».

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5</b>	<b>179,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5</b>	<b>134,85</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,85
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### «Элективные курсы по физической культуре и спорту»

##### 1. Цель дисциплины

- овладение системой практических умений и навыков, обеспечивающих совершенствование психофизических способностей;
- развитие способностей использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, физическому совершенствованию и самовоспитанию, установка на здоровый образ жизни;
- обучение техническим и тактическим приемам одного из видов спорта.

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

Обладать следующими компетенциями:

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8).

*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;
- 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.

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

Курс дисциплины «**Элективные дисциплины по физической культуре и спорту**» реализуется через вариативный компонент (элективный модуль) 328 часов (вид спорта по выбору студента), в зачетные единицы не переводится, является обязательным для исполнения при *очной форме обучения*.

Программа рассчитана на изучение дисциплины «**Элективные дисциплины по физической культуре и спорту**» в течение шести семестров и предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку в области дисциплины «Физическая культура и спорт», заканчивается зачетом в конце каждого семестра. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

#### **Практические занятия.**

Практический раздел программы реализуется на учебно-тренировочных занятиях в учебных группах по общей физической подготовке или по выбранному виду спорта.

Практические занятия помогают приобрести опыт творческой практической деятельности, развивают самостоятельность в физической культуре и спорте в целях достижения физического совершенства, повышают уровень функциональных и двигательных способностей, направленно формируют качества и свойства личности.

Практический раздел включает в себя подразделы: по общей физической подготовке (ОФП) и специальной физической подготовке по видам спорта (СФП).

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

Уделяется внимание вопросам проведения соревнований (правила соревнований, система розыгрышей, определение победителей, оборудование и инвентарь).

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая *регулярность посещения обязательных учебных занятий*, выполнение установленных на данный семестр контрольных нормативов (тестов) общей физической и спортивно-технической подготовки для отдельных групп различной спортивной направленности.

#### 4. Объем учебной дисциплины (вариативный компонент)

Вид учебной работы	В акад. часах	Семестры					
		I	II	III	IV	V	VI
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>328</b>						
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>328</b>	<b>32</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>32</b>
<b>Практические занятия</b>	328	32	66	66	66	66	32
<b>Вид итогового контроля: зачет / экзамен</b>		За-чет	За-чет	За-чет	За-чет	За-чет	За-чет

Вид учебной работы	В астр. часах	Семестры					
		I	II	III	IV	V	VI
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>246</b>						
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>246</b>	<b>24</b>	<b>49,5</b>	<b>49,5</b>	<b>49,5</b>	<b>49,5</b>	<b>24</b>
<b>Практические занятия</b>	246	24	49,5	49,5	49,5	49,5	24
<b>Вид итогового контроля: зачет / экзамен</b>		За-чет	За-чет	За-чет	За-чет	За-чет	За-чет

#### 4.4.3 Дисциплины вариативной части (дисциплины по выбору)

##### «Роль личности в истории для химиков» (Б1.В.ДВ.01.01)

- 1. Цель дисциплины** – формирование у студентов комплексного представления о роли и месте личности в историческом процессе, более подробного знакомства с биографическими данными исторических персоналий, их деятельности и творчестве в конкретно-историческом периоде и контексте конкретных внутри и внешнеполитических реалий, ошибках и подвигах, ценностных ориентирах и духовно-нравственных исканиях, подвижническом характере деятельности, взаимодействии с другими персоналиями.

- 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 (ОК-3);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7).

*Знать:*

- основные этапы и ключевые события истории России и мира; особенности различных конкретно-исторических периодов;
- биографические данные выдающихся деятелей отечественной истории;



- мотивы поступков исторических деятелей, влияние их действий на ход исторического процесса;

- различные точки зрения на место исторических персоналий в истории Отечества

*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 о роли личности в истории;

- категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины;

- навыками анализа исторических источников.

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

*Введение. Задачи спецкурса.* Его научная и мировоззренческая составляющие. Основы источниковедческих знаний. Сведения о князьях в русской летописной традиции. Житие святых как исторический источник. Дневники и письма как исторический источник. В.Н. Татищев как пионер исторической науки. Борьба М.В. Ломоносова с норманнской теорией и её авторами. Великие ученые-историки: Н.М. Карамзин; С.М. Соловьев; И.Е. Забелин; В.О. Ключевский; Л.Н. Гумилев; Н.М. Дружинин; Н.Я. Эйделман и его жанр жизнеописания известных исторических личностей.

*Модуль 1. От Руси языческой к Руси христианской.* Князь-воитель Святослав - преодоление хрестоматийного глянца и разные оценки его деятельности в исторической науке; княгиня Ольга – первая христианка и автор налоговой реформы, летописные сведения о ней; Владимир I Креститель – от варварства к христианству; Ярослав Мудрый – борьба за власть; реформы; вклад в формирование древнерусской культурной парадигмы; законодательство Ярослава.

*Модуль 2. Русское монашество и русские святые.* Святые Борис и Глеб как символы русской воинской славы, оценка их подвига с точки зрения русского средневекового менталитета; митрополит Илларион и его «Слово о законе и Благодати»; житие Феодосия Печерского; Сергей Радонежский – духовный символ Руси, «игумен земли русской»; Кирилл Белозерский – основатель Белозерской обители и новых принципов монашеской жизни и его сподвижники; князь-мученик Михаил Ярославич Тверской; опричный митрополит Филипп (Колычев), его духовный протест против политики Ивана IV; патриарх Гермоген и его роль в организации сопротивления польским интервентам в Смутное время.

*Модуль 3. Русские князья – защитники Отечества.* Владимир Мономах, его борьба за преодоление тенденций раздробленности Руси, военные походы, «Устав Владимир Всеволодича» и «Поучение детям». Великий князь Александр Невский – «побеждал, но непобедим был»; великий князь Дмитрий Иванович Донской; князь Михаил Иванович Воротынский – спаситель Отечества. Князь Михаил Васильевич Скопин-Шуйский, его жизнь и военный гений.

*Модуль 4. Пароли русской воинской славы.* А.В. Суворов – полководец, не проигравший ни одной битвы. Князь Г.А. Потемкин – неизвестные факты об известном человеке. Генерал М.А. Милорадович – «Суворова питомец славы». Гениальные флотоводцы Ф.Ф. Ушаков и П.С. Нахимов.

*Модуль 5. Российские императоры и их сподвижники.* Александр Данилович Меншиков и Феофан Прокопович – исполнитель и идеолог петровских реформ. Е.Р. Дашкова – «луч света в темном царстве»? Реформатор М.М. Сперанский: от славы к изгнанию. М.Х. Рейтерн – гений или «растратчик российских территорий»? «Вам нужны великие потрясения, мне нужна великая Россия» - жизнь и деяния П.А. Столыпина.

*Модуль 6. «Серебряный век» русской культуры.* Русский модернизм в культуре. Направления в поэзии, их виднейшие представители. Русский модерн в изобразительном искусстве. Деятельность княгини М.К. Тенишевой по поддержке русских художников и популяризации русского искусства в Европе. Русские благотворители и меценаты. Философская мысль «Серебряного века». Издательское дело в конце XIX - начале XX века

*Модуль 7. Духовное развитие советского общества в 60-е – 80-е годы.* «Оттепель» в советской культуре. Владимир Высоцкий – рупор гражданского протеста. Советская сатира: А. Райкин. Диссидентское движение: А. Галич, А. Сахаров. Авторская песня как явление в идеологии и культуре, направления, наиболее известные представители.

*Модуль 8. Коломенское – памятник архитектуры, истории, природы, культуры.* Экскурсия в музей-усадьбу Коломенское. Коломенское - застывшее в камне русское средневековье. Новые тенденции в архитектуре - шатровый стиль в храмовом зодчестве. Знакомство с бытом русских царей. Петр Дмитриевич Барановский – основатель музея-усадьбы Коломенское. Исторические события на территории Коломенского и их участники.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,2
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### «Русский язык и культура речи для химиков» (Б1.В.ДВ.01.02)

- 1. Цель дисциплины** – повышение общей и профессиональной культуры речи студента и формирование практической потребности в саморазвитии и совершенствовании личности
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:
  - готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
  - готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7);

- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7).

*Знать:*

- функции языка как средства формирования и трансляции мысли;
- специфику устной и письменной речи;
- специфику научного языка, жанры научного стиля;
- стилевые черты и языковые особенности жанров официально-делового стиля;
- нормы литературного языка;
- особенности подготовки текстов разных видов публичного выступления;

*Уметь:*

- трансформировать письменный текст в устную форму речи;
- отличать кодифицированную (нормированную) речь от некодифицированной;
- выделять структурные единицы текста;
- находить в тексте речевые ошибки и устранять их;
- составлять личные документы в соответствии с нормативными требованиями;
- использовать выразительные средства языка;
- выступать публично с разными коммуникативными намерениями;

*Владеть:*

- культурой научной и деловой речи в письменной и устной форме;
- основами эффективной коммуникации в учебной и профессиональной деятельности (навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии).

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

*Модуль 1. Введение в предмет*

1.1. Русский язык и культура речи как предмет, как составляющая жизненного успеха. Основные понятия курса, влияние языка на формирование личности человека. Русский язык как способ существования русского национального мышления и русской культуры. Исторические сведения о русском языке. Новые явления в русском языке.

1.2. Многообразие языковых средств. Отбор языковых средств для обеспечения наиболее эффективной коммуникации в определенной ситуации. Типы речевых ситуаций и функциональные разновидности современного русского языка. Формы речи (письменная и устная) и их специфика. Функциональные стили (научный, официально-деловой, публицистический). Литературный язык и нелитературные типы речи.

*Модуль 2. Культура научной речи и деловой речи*

2.1. Текст, его структура, типы, композиция, виды компрессии. Особенности научного стиля речи, специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Языковые средства, специальные приемы и речевые нормы научных работ разных жанров. Жанры устной научной речи.

2.2. Официально-деловой стиль речи, его разновидности, сфера его функционирования, жанровое разнообразие; языковые формулы официальных документов; интернациональные свойства русской официально-деловой письменной речи; правила оформления документов; речевой этикет в документе.

*Модуль 3. Нормативный аспект*

3.1. Языковая норма, её роль в становлении и функционировании литературного языка. Определение вариантности языковой нормы. Орфоэпические нормы русского литературного языка.

3.2. Лексические нормы русского литературного языка, причины нарушения их.

Значение слова и лексическая сочетаемость. Иноязычные слова в современной русской речи. Русская фразеология и выразительность речи.

3.3. Грамматические нормы русского литературного языка и случаи их нарушения. Трудные случаи употребления имен существительных. Изменения, происходящие в употреблении имен числительных. Синтаксические нормы и культура речи. Трудные

случаи именного и глагольного управления. Согласование подлежащего и сказуемого в формах числа.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,2
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### «Реакции и методы органической химии» (Б1.В.ДВ.02.01)

**1. Цель дисциплины** – изучение современных методов и подходов органического синтеза, а также формирование у студентов знаний и умений, позволяющих самостоятельно планировать и осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы различных органических соединений

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

- базовые и специальные методы органического синтеза; механизмы и особенности протекания важнейших синтетических реакций.

*Уметь*

- осуществлять ретросинтетический анализ структуры органических соединений сложного строения;

- подбирать наиболее успешные пути синтеза целевой молекулы;

- планировать и осуществлять сложные многостадийные синтезы органических соединений сложного строения, работая как индивидуально, так и в составе группы.

*Владеть*

- методологией современной органической химии и органического синтеза;
- навыками ретросинтетического анализа и синтетического планирования;
- навыками самостоятельной работы в области тонкого органического синтеза

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### *Модуль 1. Классификация и строение органических соединений*

1.1. Предмет органической химии. Особенности строения углеродного скелета. Понятие функциональной группы.

1.2. Описание органических молекул (метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей). Модель гибридизации АО,  $\sigma$ - и  $\pi$ - связи. Теория резонанса.

1.3. Электронные эффекты заместителей. Индуктивные и мезомерные эффекты. Концепция степени окисления для органических соединений.

1.4. Спектральные методы анализа в органической химии (ЯМР, УФ, ИК). Основные принципы, возможности методов. Масс-спектрометрия как метод анализа органических соединений. Рентгеноструктурный анализ органических соединений.

#### *Модуль 2. Пространственное строение органических соединений. Стереохимия.*

2.1. Понятие о конформациях и конфигурациях органических соединений. Способы изображения молекул (проекция Ньюмена, Фишера). Конформации циклических соединений.

2.2. Энантиомерия и диастереомерия. Виды хиральности. Абсолютная и относительная конфигурации. Мезо-формы. Стереизомерия в каркасных структурах.

#### *Модуль 3. Кислоты и основания в органической химии.*

3.1. Протолитическая теория Брэнстеда-Лоури. Сила кислот и оснований. Понятие о сопряженных основаниях и сопряженных кислотах. Влияние электронных и стерических эффектов на кислотность. Понятие кинетической кислотности.

3.2. Теория Льюиса. Донорно-акцепторные взаимодействия. Теория ЖМКО Пирсона. Поляризуемость ионов и молекул. Нуклеофилы и электрофилы. Конкуренция нуклеофильности и основности. Факторы, определяющие силу нуклеофилов и электрофилов.

#### *Модуль 4. Изучение и описание механизмов органических реакций. Кинетика химических реакций.*

4.1. Способы определения механизмов. Реакционноспособные интермедиаты: карбокатионы, карбанионы, радикалы, карбены, нитрены (стабильность и синтетические эквиваленты). Неклассические карбокатионы.

4.2. Скорость реакции как функция нуклеофильности и электрофильности субстратов. Сравнение кинетических параметров для разных функциональных групп.

#### *Модуль 5. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода.*

5.1. Механизмы нуклеофильного замещения (бимолекулярный и мономолекулярный). Пространственные и электронные эффекты. Уходящие группы, понятие нуклеофугности и электрофугности. Обращение конфигурации и рацемизация. Внутренний барьер.

5.2. Различные виды нуклеофилов. Амбидентные нуклеофилы. Электрофильное содействие. Стереохимия реакций замещения. Анхимерное содействие.

#### *Модуль 6. Электрофильное присоединение по кратной связи и элиминирование.*

6.1. Кратная связь как нуклеофил. Механизмы присоединения, правило Марковникова и случаи его нарушения. Типы электрофилов. Катионоидные интермедиаты в AdE реакциях. Ониевые ионы. Сторонние нуклеофилы.

6.2. Катионные перегруппировки и циклизации. Электрофильное присоединение к диенам и другим сопряженным системам.

6.3. Реакции элиминирования, сравнение механизмов. Правило Зайцева. Конкуренция реакций замещения и элиминирования. Элиминирование по Гофману. Элиминирование по Коупу.

#### *Модуль 7. Присоединение по карбонильной группе.*

- 7.1. Карбонильные соединения и их производные (ацетали, имины, нитрилы) как электрофилы: общая характеристика. Механизмы присоединения по поляризованным кратным связям. Электронные и пространственные эффекты. Обратимое присоединение, критерии обратимости.
- 7.2. Гетероатомные нуклеофилы. Получение и разложение ацеталей, тиоацеталей, оснований Шиффа.
- 7.3. Производные карбоновых кислот. Реакция этерификации. Ацилирование O-, N-, S-нуклеофилов.
- 7.4. C-нуклеофилы, присоединение карбанионов. Обращение полярности по Кори-Зеебаху. Бензоиновая конденсация.
- 7.5. Реактивы Гриньяра и литийорганические соединения как нуклеофилы.
- 7.6. Кето-енольная таутомерия, получение енолятов, сравнение их нуклеофильности. Альдольная конденсация. Сложноэфирная конденсация Кляйзена.
- 7.8. Перекрестная альдольная конденсация. Направленная конденсация, стереохимия реакции. Правило Крама, модель Фелкина-Ана. Силиленоляты и литиевые еноляты. Реакция Мукаймы. Енамины как нуклеофилы. Реакция Манниха.
- 7.9. Присоединение илидов фосфора и серы. Реакция Виттига и родственные реакции. Регио- и стереоселективность. Реакция Кори-Чайковского.
- 7.10. Сопряженное присоединение. Реакция Михаэля. Субстраты Михаэля в реакциях C-C сочетания. Анионная полимеризация акцепторных алкенов.
- 7.11. Гидрид-ион как нуклеофил. Восстановление карбонильных соединений до спиртов и аминов.

*Модуль 8. Электрофильное замещение в ароматическом ряду.*

- 8.1. Ароматичность, общие представления. Правило Хюккеля. Диаграммы Фроста. Описание бензола в терминах ММО. Ароматичность заряженных частиц и гетероциклов. ЯМР как метод оценки ароматичности. Антиароматичность, структурные особенности циклических полиенов.
- 8.2. Механизм электрофильного замещения. Типы электрофилов, региоселективность замещения. Направляющее действие заместителей. Устойчивость s-комплексов. Согласованное и несогласованное действие заместителей. Алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу.

*Модуль 9. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.*

- 9.1. Механизм присоединения-отщепления. Комплекс Мейзенгеймера. Активность уходящих групп в реакциях замещения.
- 9.2. Ариновый механизм. Региоселективность замещения в неактивированных системах.
- 9.3. Викариозное замещение водорода. Кинетические особенности реакции.

*Модуль 10. Основы химии металлоорганических соединений.*

- 10.1. Литий-, магний-, медь-, цинк-, кадмий-, ртуть-, церий-органические соединения (общее рассмотрение).  $\pi$ -Комплексы переходных металлов – орбитальное рассмотрение.
- 10.2. Палладий-катализируемые реакции кросс-сочетания. Основные стадии каталитических циклов. Региоселективность, требования к субстратам.
- 10.3. Реакции присоединения по кратным связям, катализируемые комплексами переходных металлов. Титан-органические реагенты. Реакция Кулинковича. Полимеризация алкенов на катализаторах Циглеру-Натта.
- 10.4. Метатезис алкенов и енинов: общие представления, механизм, хемоселективность.

*Модуль 11. Радикальные реакции.*

- 11.1. Источники свободных радикалов. Цепное радикальное замещение. Классификация реагентов.
- 11.2. Радикальное присоединение по кратным связям. Примеры каталитических циклов. Радикальные реакции C-C сочетания. Хемо- и региоселективность присоединения.
- 11.3. Восстановление кратных связей металлами. Типы субстратов. Восстановление по Берчу. Пинаконовое восстановление. Ацилоиновая конденсация.

### *Модуль 12. Синхронные реакции.*

12.1. Сигматропные перегруппировки, общие представления. Механизмы, орбитальные требования. Перегруппировки Кляйзена, Коупа. Принцип сохранения орбитальной симметрии.

12.2. Реакция Дильса-Альдера. Орбитальное рассмотрение. Стереохимия. Электронные требования. Эндо-правило Альдера. Гетерореакция Дильса-Альдера.

12.3. Диполярное циклоприсоединение. Типы 1,3-диполей и диполярофилов. Озонолиз.

12.4. Основы фотохимии. Диаграммы Яблонского. [2+2] циклоприсоединение. Орбитальные требования. Способы активации субстратов.

12.5. Электроциклические реакции. Реакция Назарова. Стереохимия.

### *Модуль 13. Реакции с участием карбенов и нитренов. Карбеноиды.*

13.1. Реакционная способность карбенов и карбеноидов. Способы генерации карбенов. Диазосоединения. Реакции циклопропанирования. Реакция Симмонса-Смита, механизм, стереохимические особенности.

13.2. Нитрены – способы генерации. Нитреновые перегруппировки: Гофман, Курциус, Шмидт. Реакция Штаудингера. Перегруппировка Бекмана.

### *Модуль 14. Реакции восстановления органических соединений.*

14.1. Гидридные восстановители. Пространственные эффекты. Восстановление боранами. Реагент Кори-Бакши-Шибаты.

14.2. Реакции гетерогенного гидрирования. Катализатор Линдлара. Восстановление атомарным водородом. Ионное гидрирование. Реакция Клеменсена. Реакция Кижнера-Вольфа.

### *Модуль 15. Реакции окисления.*

15.1. Окисление спиртов. Реагент Джонса и другие производные хрома(6). Окисление по Сверну и Моффату.

15.2. Реакции эпоксицирования и гидроксигирования. Подходы к асимметрическому синтезу эпоксидов и вицинальных диолов.

15.3. Окисление углеводов (общее рассмотрение).

### *Модуль 16. Обзор химии гетероциклических соединений.*

16.1. Ароматичность гетероциклических соединений. Пяти- и шестичленные гетероциклы. Кислотно-основные свойства гетероциклов. Таутомерия азолов.

16.2. Основные методы синтеза гетероциклических соединений. Ретросинтетический анализ в синтезе гетероциклов.

### *Модуль 17. Химия основных классов природных соединений.*

17.1. Стереохимия углеводов. Мутаротация. Гликозилирование. Анхимерное содействие. Защитные группы в химии углеводов. Окисление и восстановление углеводов. Углеводы как природные источники хиральности.

17.2. Стереохимия аминокислот. Способы получения аминокислот. Химические свойства аминокислот. Пептиды и белки. Органокатализ. Ферментативный катализ.

17.3. Жиры и фосфолипиды. Жирные кислоты. Простагландины. Терпены: особенности строения, биосинтез, распространение в природе. Стероиды.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,85
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### «Молекулярный дизайн в материаловедении» (Б1.В.ДВ.02.02)

- 1. Цель дисциплины** – надстройка знаний, полученных в общем курсе биохимии, органической и физической химии, в направлении специализации в области вычислительной химии, биохимии, химической энзимологии, специального органического синтеза, методов направленного поиска соединений с заданными свойствами.

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать*

- основные методы направленного дизайна биологически активных веществ и подходы к поиску органических соединений с заданной биологической активностью

*Уметь*

- анализировать возможные патерны (шаблоны) связывания органических соединений с их белками-мишенями, выделять взаимодействия, критичные для образования комплекса белок-лиганд, предлагать возможные модификации структур органических соединений для повышения/понижения прочности указанных комплексов;

- анализировать возможные биологические активности органических соединений на основе данных по их взаимодействию с известными терапевтическими мишенями иметь опыт деятельности по выполнению реальных научных задач в научной лаборатории, опыт по профессиональному описанию эксперимента в области компьютерного дизайна биологически активных веществ

*Владеть*

- теорией и навыками практической работы в избранной области химии.

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

*Модуль 1. Введение.*

Общие принципы дизайна органических веществ с заданной биологической активностью. Основные тенденции развития молекулярного дизайна биологически активных соединений. Практическая направленность и фундаментальное значение. Принципиальная схема разработки новых лекарственных средств. Понятие неудовлетворенной медицинской потребности. Понятие терапевтической мишени. Связь терапевтической мишени и биологической активности.

*Модуль 2. Силовые поля и модельные потенциалы.*

Мишень направленный поиск лекарственных средств. Белки как терапевтические мишени. Методы оценки прочности комплексов белок-лиганд. Использование модельных молекулярно-механических потенциалов для описания



энергии образования комплекса. Основные силовые поля, используемые в молекулярном моделировании.

*Модуль 3. Подготовка структуры белка к вычислительному эксперименту.*

Белки как терапевтические мишени. Особенности белковых молекул как Терапевтических мишеней. Методы анализа конформационной подвижности белка. Понятие активного центра. Конформационная подвижность остатков активного центра. Подготовка структуры белка к вычислительному эксперименту.

*Модуль 4. Оценка биологической активности методами молекулярного докинга.*

Молекулярный докинг и виртуальный скрининг. Основные задачи метода. Схема вычислительного эксперимента. Анализ результатов и повышение точности молекулярного докинга. Методы выделения важнейших взаимодействий и структурная фильтрация. Фрагментный докинг. Виртуальный скрининг библиотек химических соединений. Основные ограничения метода молекулярного докинга.

*Модуль 5. Примеры практической оценки биологической активности соединений.*

Понятие гипотезы в вычислительном эксперименте. Анализ связывания органических соединений в активных центрах киназ, на основе литературных данных по связи структура свойство. Объяснение биологической активности на основе данных молекулярного докинга. Разбор наиболее характерных ошибок молекулярного докинга.

*Модуль 6. Примеры практической оценки биологической активности соединений.*

Анализ связывания органических соединений в активных центрах протеаз (тромбин, бета-секретаза и т.д.). Объяснение биологической активности на основе данных молекулярного моделирования. Разбор наиболее характерных ошибок молекулярного докинга, характерных для докинга в протеазы.

*Модуль 7. Основные классы терапевтических мишеней.*

Понятие селективности. Основные классы терапевтических мишеней. Характерные особенности активных центров киназ, протеаз, фосфодиэстераз. Понятие селективности, связь токсичности и селективности. Важность создание селективных ингибиторов для разработки безопасных лекарственных препаратов. Подходы к моделированию селективности органических соединений.

*Модуль 8. Методы предсказания трехмерной структуры белка.*

Трансмембранные белки как терапевтические мишени. Транспортёры, ионные каналы, GPCR. Связывание органических соединений в активных центрах GPCR. Понятие агонистов, антагонистов, обратных агонистов. Особенности предсказания связывания органических соединений в активных центрах GPCR. Подходы к предсказанию трехмерной структуры белка.

*Модуль 9 Предсказание биологической активности методами молекулярной динамики.*

Молекулярная динамика. Основные задачи метода. Схема вычислительного эксперимента. Анализ результатов и повышение точности предсказаний методами молекулярной динамики. Метод возмущения свободной энергии. Основные ограничения метода молекулярной динамики и возмущения свободной энергии. Потенциал средней силы.

*Модуль 10. Предсказание биологической активности методами QSAR*

Дизайн биологически активных веществ на основе структуры лиганда. Поиск количественных соотношений структура-свойство. Молекулярные дескрипторы. Методы построения моделей структура-свойство. Достоинства и недостатки метода.

*Модуль 11. Предсказание фармакокинетических параметров органических соединений.*

Основные фармакокинетические характеристики биологически активных веществ. Понятие ADME. Подходы к предсказанию адсорбции и метаболизма биологически активных веществ. Моделирование связывания органических соединений

с белками плазмы крови, цитохромами, глюкуронилтрансферазами, белками множественной лекарственной устойчивости. Построение QSAR моделей для предсказания ADME.

*Модуль 12. Подходы к выбору лекарственного кандидата.*

Основные характеристики лекарственного кандидата с точки зрения эффективности, фармакокинетики и токсичности. Подходы к выбору лекарственного кандидата. Анализ литературных примеров по выбору лекарственного кандидата. Разбор наиболее характерных ошибок.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,85
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### «Планирование многоступенчатого синтеза новых материалов» (Б1.В.ДВ.03.01)

**1. Цель дисциплины** – обучение студентов умению использовать одну из важнейших стратегий ретросинтетического анализа – стратегию мощного упрощающего трансформации – в разработке оригинальных методов синтеза органических соединений

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

- основные механизмы протекания органических реакций;
- понятия ретросинтетического анализа: ретрон, синтон.

*Уметь:*

–использовать важнейшие понятия ретросинтетического анализа: мощный упрощающий трансформ, ретрон, синтон, синтетический эквивалент синтона в планировании многостадийных синтезов органических соединений;

*Владеть:*

–методами ретросинтетического анализа

### 3. Краткое содержание дисциплины

*Модуль 1. Ретросинтетический анализ.* Понятия трансформа, ретрона. Синтоны и их синтетические эквиваленты. Синтетическое «дерево». Оценка возможных путей синтеза. Синтезы линейные и конвергентные. Классификация трансформов, предсказание трансформов. Расчленяющие трансформы. Расчленение цепи (CHD), расчленение цикла (RD), отщепление функциональной группы (FGD). Сочленяющие трансформы. Сочленение в цикл (RR), введение функциональной группы (FGA). Трансформ замены одной функциональной группы на другую (FGI). Трансформ перемещения функциональной группы (FGT). Трансформ перегруппировка (Rt). Монофункциональные ретроны и их трансформы. Гидроксильная группа у насыщенного атома углерода. Аминогруппа у насыщенного атома углерода. Карбонильная группа в альдегидах и кетонах. 3.4 Двойная углерод–углеродная связь. 1,3-Диен.. Бифункциональные ретроны и их трансформы:

*Модуль 2. 1,2-Дифункциональные ретроны; 1,3-Дифункциональные ретроны; 1,4-Дифункциональные ретроны; 1,5-Дифункциональные ретроны;*

*Модуль 3. Циклические ретроны и их трансформы:* Трехчленные цикл. Четырехчленные цикл. Пятичленные цикл. Шестичленные цикл.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	
Контактная самостоятельная работа	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,85
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>1</b>	<b>27</b>

#### «Специальный органический синтез в материаловедении» (Б1.В.ДВ.03.02)

- 1. Цель дисциплины** состоит в приобретении специалистами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области синтеза сложных органических соединений, современных синтетических методов и реакций трансформации функциональных групп.
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

- сущность проблем органического синтеза, научно-технические подходы и пути их решения;

- методологические основы планирования многостадийного синтеза;

*Уметь:*

- планировать многостадийный синтез природных соединений;

- применять современные синтетические методы синтеза для получения циклических и ациклических полифункциональных молекул.

*Владеть:*

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области органического синтеза;

- методологическими подходами к решению проблем планирования синтеза органических соединений;

### 3. Краткое содержание дисциплины

*Ациклические соединения.*

1.1. Общие принципы органического синтеза.

1.2. Литий- и магнийорганические соединения как C-нуклеофилы и как предшественники других металлоорганических реагентов.

1.3. Купратные реагенты в реакциях C-C сочетания.

1.4. Использование ацетиленов в синтезе ациклических соединений.

1.5. Методы образования углерод-углеродной связи с использованием катализа комплексами палладия.

1.6. Карбонильная группа как электрофил в реакциях образования углерод-углеродной связи. Реакция Гриньяра и родственные превращения.

1.7. Алкилирование енолятов как один из универсальных путей создания sp<sup>3</sup>-sp<sup>3</sup> углерод-углеродной связи.

1.8. Альдольная реакция.

1.9. Реакция Михаэля.

1.10. Реакция Михаэля как стратегическая реакция в полном синтезе

1.11. Олефинирование карбонильной группы. Реакции Виттига и Хорнера-Уодсворта-Эммонса.

1.12. α-Гетероатомные карбанионы в реакциях с карбонильными соединениями.

1.13. Эквиваленты ацил-анионов в реакциях образования углерод-углеродной связи.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>

Контактная самостоятельная работа	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,85
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

### «Химия гетероциклических соединений» (Б1.В.ДВ.03.03)

- Основной целью** учебной дисциплины является ознакомление с современными представлениями о специфике синтеза и реакционной способности гетероциклических систем, дополняющее базовый курс органической химии и химии гетероциклов с базовым акцентом на реакционную способность фармакологически активных гетероциклов.
- В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
 Обладать следующими компетенциями:
  - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
  - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
  - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
  - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

  - сделать вывод о типе реакционной способности гетероцикла исходя из его структурной формулы.

*Уметь:*

  - планировать синтез целевой структуры во-первых, путем введения и модификации функций в различные положения гетероцикла (на основе изученных паттернов реакционной способности) и во-вторых, на основе базовых принципов создания гетероциклического ядра путем циклизаций или рециклизаций.

*Владеть:*

  - Современными синтетическими методами, в том числе фармацевтически активных структур, применительно к химии гетероциклических соединений.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Модуль 1.

Введение. Базовые концепции химии гетероциклов и их классификация

#### Модуль 2.

пи-Дефицитные системы: шестичленные гетарены

#### Модуль 3.

пи-Избыточные системы: пятичленные гетарены

#### Модуль 4.

Азолы и конденсированные азолазины.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>107,8</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>80,85</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		26,85
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### «Металлорганическая химия» (Б1.В.ДВ.04.01)

- Основной целью** учебной дисциплины «Теоретическая неорганическая химия» является ознакомление с современными представлениями о молекулярных неорганических соединениях, их молекулярном и электронном строении. Особое внимание уделяется рассмотрению важнейших закономерностей строения и реакционной способности неорганических соединений.
- В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**

Обладать следующими компетенциями:

  - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
  - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
  - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
  - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

  - сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности;
  - теоретические основы строения и свойств различных классов металлорганических соединений;
  - способы получения и химические свойства основных классов металлорганических соединений;

*Уметь:*

  - использовать нормативные правовые документы в своей деятельности;

- приобретать новые знания в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук;
- планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения;
- использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности;
- работать с информацией в глобальных компьютерных сетях.

*Владеть:*

- культурой мышления, способностью к обобщению анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии);
- готовностью использовать информационные технологии при разработке проектов;
- способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.

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

*Модуль 1. Электронное строение вещества*

*Модуль 2. Ионная связь*

*Модуль 3. Природа ковалентности*

*Модуль 4. Ковалентные соединения неметаллов с кратными связями элемент-элемент*

*Модуль 5. Соединения с промежуточным типом химической связи*

*Модуль 6. Химия водных и неводных растворов*

*Модуль 7. Теория химической связи в соединениях переходных металлов*

*Модуль 8. “Несвязывающие электроны”, их влияние на свойства ковалентных молекулярных соединений переходных металлов.*

*Модуль 9. Сэндвичевые комплексы; карбонильные производные-органические соединения.*

*Модуль 10. Устойчивость ковалентных соединений переходных металлов*

*Модуль 11. Представления о каркасных и кластерных соединениях*

*Модуль 12. Соединения ранних переходных металлов III, IV и V групп*

*Модуль 13. Соединения металлов середины переходных рядов (IV и VII группы и подгруппа железа).*

*Модуль 14. Соединения поздних переходных металлов (подгруппы кобальта, никеля и меди)*

*Модуль 15. Лантаноиды и актиноиды (f-элементы)*

*Модуль 16. Невалентные взаимодействия.*

### **4. Объем учебной дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>89,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,65</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>67,35</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,35
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### «Химия окружающей среды» (Б1.В.ДВ.04.02)

1. **Цель дисциплины** – формирование у магистрантов системного подхода к изучению и оценке физико-химических процессов, протекающих в различных компонентах окружающей среды, с учетом степени антропогенного воздействия на эти процессы. Основной задачей дисциплины является формирование у магистрантов углубленных знаний в области химии окружающей среды и, на основе этих знаний, умения выработки системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований при оценке состояния окружающей среды

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

Обладать следующими компетенциями:

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9).

*Знать:*

- основные понятия дисциплины «Химия проблемы окружающей среды», происхождение химических элементов,
- образование, эволюцию и состав земных геосфер (атмосфера, гидросфера, литосфера) и их влияние на климат планеты,
- механизмы физико-химических процессов, протекающих в атмосфере, гидросфере, почве Земли,
- пути миграции и трансформации примесей в окружающей среде;

*Уметь:*

- применять системный подход к рассмотрению процессов, протекающих в окружающей среде,
- оценивать взаимное влияние биотических и абиотических компонентов окружающей среды,
- определять причины и оценивать последствия накопления примесей в определённых участках различных компонентов окружающей среды;
- решать типовые задачи по основным разделам курса;

*Владеть:*

- навыками прогнозирования возможных изменений состояния экосистем при миграции и трансформации химических соединений,
- навыками решения комплексных проблем загрязнения окружающей среды с использованием методов системного анализа.

### 3. Краткое содержание дисциплины



Введение. Предмет химии окружающей среды. Связь с другими химическими науками. Особенности химических превращений в абиотических компонентах окружающей среды.

*Модуль 1.* Химические превращения и эволюционные процессы на Земле "Геохимические" и "человеческие" масштабы времени. Возникновение и эволюция Вселенной. Геохимическая история планеты Земля. Внутреннее строение Земли. Основные источники энергии на Земле. Распространенность химических элементов в окружающей среде.

*Модуль 2.* Излучение и его воздействие на окружающую среду Неионизирующее излучение. Основные источники. Воздействие на объекты окружающей среды. Ионизирующее излучение. Особенности взаимодействия излучений различных типов и энергий с веществом. Мощность дозы и доза излучения. Единицы измерения. Понятия о радиационных повреждениях. Природные и антропогенные источники ионизирующих излучений. Ядерное излучение. Стабильные и радиоактивные изотопы. Распространенность в природе. Основные характеристики радиоактивных изотопов (тип распада, энергия распада, период полураспада, постоянная распада). Кинетика радиоактивного распада. *Модуль 3.* Физико-химические процессы в атмосфере Строение и состав атмосферы. Температурный профиль атмосферы. Глобальные и локальные инверсии. Атмосферные циркуляции. Атмосфера как химический реактор. Фотохимические процессы в атмосфере. Спектральный состав солнечного излучения. Солнечная постоянная. Поглощение и рассеивание солнечного излучения в атмосфере. Отражение и поглощение солнечного излучения земной поверхностью. Тепловое излучение земной поверхности и атмосферы. Радиационный баланс планеты. Процессы образования и рекомбинации ионов в верхних слоях атмосферы. Электроны в ионосфере. Фазы солнечной активности и фотохимические процессы в ионосфере. Солнечный ветер, магнитные бури. Антропогенное влияние на ионосферу. Фотохимические процессы в стратосфере. Озон. Цикл Чепмена. Озоновый слой. "Озоновые дыры". Возможные химические и гидродинамические причины снижения концентрации озона в стратосфере. Деградация озонового слоя как глобальная проблема. Физико-химические процессы в тропосфере. Климатические последствия изменения химического состава атмосферы. Парниковый эффект. Парниковые газы.

*Модуль 4.* Физико-химические процессы в гидросфере Гидрологический цикл и строение гидросферы. Основные виды природных вод. Способы классификации природных вод. Минерализация. Основные анионы и катионы. Органические вещества в природных водоемах. Формирование состава природных вод. Атмосферные осадки. Растворимость газов и рН атмосферных осадков. Поверхностные воды. Растворимость минералов. Критерии устойчивости минералов к выщелачиванию. Растворимость карбонатных пород и рН поверхностных вод. Щелочность. Закисление водоемов. Влияние рН на процессы растворения соединений тяжелых металлов и алюминия. Окислительно-восстановительный потенциал природных вод. Границы устойчивости воды. Процессы комплексобразования в водоемах. Природные комплексобразователи. Трансформация поверхностно-активных веществ в природных водах. Трансформация нефти и продуктов ее переработки. Солевой баланс океана. Термохалинная циркуляция. Взаимодействие атмосферы и океана. Гольфстрим, Эль-Ниньо и глобальные изменения климата.

*Модуль 5.* Физико-химические процессы в литосфере Строение и состав литосферы. Минералы. Горные породы. Процессы выветривания и почвообразования. Почва. Морфологические признаки почв. Органические вещества в почве. Гумусовые и фульво-кислоты. Элементный состав. Основные функциональные группы. Структура почв. Почвенные горизонты. Физические свойства почв. Водные режимы почв. Ионообменная способность почв. Емкость катионного обмена. Насыщенность почв основаниями. Кислотность почв, виды кислотности. Соединения азота и фосфора в почвенном слое. Микроэлементы. Заключение. Устойчивость и неустойчивость

динамических систем. Биосфера как динамическая система. Системы поддержания жизни и системы поддержания цивилизации. Цикличность процессов в биосфере. Возможность необратимых изменений физико-химических характеристик биосферы. Понятие о планетарных границах.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>89,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,65</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>67,35</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,35
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

#### «Синтез новых материалов на основе циклических органических соединений» (Б1.В.ДВ.04.03)

- 1. Цель дисциплины** состоит в приобретении специалистами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области синтеза сложных органических соединений, современных синтетических методов и реакций трансформации функциональных групп.
- 2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:
  - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
  - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
  - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

- сущность проблем органического синтеза, научно-технические подходы и пути их решения;

- методологические основы планирования многостадийного синтеза;

*Уметь:*

- планировать многостадийный синтез природных соединений;

- применять современные синтетические методы синтеза для получения циклических и ациклических полифункциональных молекул.

*Владеть:*

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области органического синтеза;
- методологическими подходами к решению проблем планирования синтеза органических соединений;

### 3. Краткое содержание дисциплины

*Циклические соединения.*

1. Перегруппировка Кляйзена.
2. Перегруппировка Коупа.
3. Синтез энантиомерно чистых соединений.
4. Методы образования трехчленного цикла.
5. Методы образования четырехчленного цикла.
6. Анионные и катионные циклизации в синтезе циклопентановых систем.
7. Анионные и катионные циклизации в синтезе циклогексановых систем.
8. Гомолитическое присоединение по кратным углерод-углеродным связям.
9. Внутримолекулярные циклизации с участием алкильных радикалов.
10. Реакция Дильса-Альдера.
11. Внутримолекулярные варианты реакции Дильса-Альдера.
12. Метатезис олефинов и ацетиленов.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В 3Е	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>54,2</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>89,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		17,8
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В 3Е	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,5</b>	<b>40,65</b>
Лекции (Лек)	1	27
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,5</b>	<b>67,35</b>
Контактная самостоятельная работа	0,5	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		13,35
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### «Молекулярное моделирование новых материалов» (Б1.В.ДВ.05.01)

1. **Цель дисциплины** состоит в приобретении специалистами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области квантовой химии и использующихся в молекулярном моделировании приближениях.
2. **В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:**  
Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные методы квантовой химии;
- методологические основы квантовохимического моделирования;

**Уметь:**

- формулировать требования к надёжности квантовохимического моделирования и определять эффективные пути их достижения;
- проводить оценку качества квантовохимического моделирования;
- применять современные подходы к квантовохимическому моделированию на практике.

**Владеть:**

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области квантовохимического моделирования;
- методологическими подходами к решению химических проблем с помощью методов квантовой химии;
- способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области квантовохимического моделирования.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Модуль 1. Введение в квантовую химию. Взаимодействие ядер и электронов между собой.*

1.1. Основные задачи квантовой химии, её отличия от молекулярной механики. Квантовая природа электрона. Уравнение Шрёдингера, понятие волновой функции. Зависимость уравнения Шрёдингера от времени, стационарные решения. Приближение Борна-Оппенгеймера и его применимость. Релятивистские эффекты в движении электронов.

1.2. Численные методы решения уравнения Шрёдингера, их классификация. Понятие уровня теории. Принцип Паули, метод Хартри-Фока, приближение МО-ЛКАО. Вариационный принцип и метод самосогласованного поля. Метод конфигурационных взаимодействий, методы теории возмущений, методы связанных кластеров. Полуэмпирические и молекулярномеханические методы. Влияние выбора квантовохимического метода на результат расчёта. Эффект компенсации ошибок метода.

1.3. Роль базисных наборов в квантовохимических расчётах. Типы базисных функций, группировка (контракция) гауссовых базисных функций. Расщепленность базисного набора. Поляризационные и диффузные базисные функции, их роль в описании поведения электронов. Семейства базисных наборов. Выбор базисного набора. Ошибка суперпозиции базисного набора (BSSE) и эффект компенсации ошибок метода.

1.4. Методы теории функционала плотности и их классификация. Обменная и корреляционная энергия. Локальные, полулокальные и гибридные приближённые функционалы. Эмпирические и неэмпирические способы построения функционалов. Природа дисперсионных взаимодействий и проблема их учёта в методе теории функционала плотности.

1.5. Движение атомов в химических процессах. Конформационные переходы, поверхность потенциальной энергии. Определение типа стационарной точки. Способы учёта конформационной подвижности изучаемых систем. Энергия нулевых колебаний (ZPE), способы расчёта энтальпии и свободной энергии молекул. Больцмановское распределение и его следствия.

## *Модуль 2. Роль модельной системы в квантовохимическом моделировании.*

2.1. Модельная система. Влияние выбора модельной системы на надёжность результатов моделирования. Связь величины модельной системы и количества её стационарных состояний. Шкалирование квантовохимических методов с увеличением модельной системы и способы ускорения расчётов крупных систем.

2.2. Взаимодействие химической системы с окружающими молекулами, сольватация. Влияние сольватации на предпочтительные конформации системы. Способы учёта сольватации. Модели неявного учёта растворителя: PCM, COSMO, SMD. Модели явного учёта молекулярного окружения: QM/MM, ONIOM. (Лекции - 2 часа, практические занятия - 4 часа, контрольная работа на практическом занятии—2 часа)

## *Модуль 3. Квантовохимическое моделирование спектральных свойств молекул (ИК, УФ, ЯМР)*

3.1. Поведение молекул в растворе и в газе. Физические процессы, стоящие за поглощением молекулами ИК-излучения. Правила отбора в ИК-спектроскопии. Моделирование ИК-спектров. Влияние уровня теории на точность воспроизведения ИК-спектров, шкалирующие коэффициенты для ИК-спектроскопии. Влияние растворителя на ИК-спектры.

3.2. Поведение молекул в растворе и в газе при электронном возбуждении. Физические процессы, стоящие за поглощением/испусканием молекулами УФ-излучения. Правила отбора в УФ-спектроскопии. Моделирование УФ-спектров. Учёт влияния вибронного взаимодействия на УФ спектры. Закон Бугера-Ламберта-Бера и отклонения от него. Влияние растворителя на УФ-спектры: методы линейного отклика и конфигурационно-специфической сольватации. Влияние уровня теории на точность воспроизведения УФ-спектров.

3.3. Поведение молекул в электромагнитном поле. Физические процессы, стоящие за ЯМР-спектроскопией. Моделирование ЯМР-спектров. Влияние уровня теории на точность воспроизведения ЯМР-спектров.

## *Модуль 4. Квантовохимическое моделирование химических реакций.*

4.1. Соотношение кинетики и термодинамики. Скорость реакции, константа скорости и константа равновесия, их связь. Кинетический и термодинамический контроль реакций. Уравнение Аррениуса. Теория активных соударений. Активированный комплекс – переходное состояние. Поверхность потенциальной энергии, координата и профиль пути реакции. Сложные и элементарные реакции, лимитирующая стадия. Принцип Кёртина-Гаммета.

4.2. Способы расчёта энергии активации ( $E_a$ ) и энтальпии реакции ( $\Delta H$ ) с помощью методов квантовой химии. Моделирование органических реакций: реакции  $SN_2$ ,  $SE_2$ , Дильса-Альдера и др.

4.3. Расчёт соотношения продуктов реакции, в том числе, энантиомерного избытка в стереоселективных реакциях. Моделирование каталитических реакций. Соотнесение рассчитанных величин с экспериментальными данными. Синергия между экспериментом и расчётом в определении молекулярного механизма химических реакций, кинетический изотопный эффект. Способы оценки вкладов слабых взаимодействий в стабилизацию переходных состояний для определения ключевых взаимодействий: натуральные связывающие орбитали (NBO) и теория «Атомы в Молекулах» (QTAIM).

### **4. Объем учебной дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В ЗЕ</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>35,8</b>

Контактная самостоятельная работа	0,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		3,4
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>26,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		2,55
<b>Вид контроля: зачёт</b>	-	-

**«Органические и гибридные материалы для электроники, фотоники и систем преобразования и запасаения энергии» (Б1.В.ДВ.05.02)**

**1. Цель дисциплины** – изучение базовых химических, физических и физико-химических, в т.ч. поверхностных и структурных, аспектов создания новых материалов с заданными свойствами.

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

Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).

*Знать:*

- основные принципы и методы направленного дизайна материалов для электроники и энергетики;
- взаимосвязи между физико-химическими свойствами материалов и их функциональными характеристиками применительно к использованию в составе конечного продукта.

*Уметь:*

- проводить анализ всей совокупности научно-технических данных и устанавливать закономерности типа «структура-свойство» применительно к конкретной исследовательской или конструкторской задаче;
- осуществлять направленный дизайн материалов с заданными физико-химическими, структурными и электронными характеристиками.

*Владеть:*

- навыками представления результатов исследований в устной (презентации, научные доклады) и письменной (отчеты) формах.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Модуль 1. Физико-химические основы материаловедения*

1. Введение
2. Полупроводники, металлы и сверхпроводники. Сопряженные и проводящие полимеры.
3. Некоторые стратегии молекулярного дизайна органических полупроводников. Дизайн сопряженных полимеров. Концепция push-pull.

4. Молекулярная и супрамолекулярная структура органических полупроводников. Транспорт зарядов в супрамолекулярных структурах.

5. Некоторые экспериментальные методы исследования зарядово-транспортных свойств органических полупроводников: преимущества и недостатки.

*Модуль 2. Материалы для электроники*

Электрохромные устройства и дисплеи. Электронная бумага.

Органические полевые транзисторы. Печатная электроника.

Газовые и жидкостные сенсоры на основе органических полевых транзисторов. Электронный нос и электронный язык.

Устройства памяти на основе органических материалов

Органические светоизлучающие диоды и дисплеи на их основе.

*Модуль 3. Материалы для энергетики*

1. Органическая фотовольтаика. Солнечные батареи на основе самоупорядочивающихся молекулярных систем. Солнечные батареи на основе оксидов металлов, сенсibilизированных красителями.

2. Органические солнечные батареи.

3. Гибридная фотовольтаика: «перовскитные» солнечные батареи и устройства на основе нанокристаллов неорганических полупроводников, стабилизированных органическими лигандами (квантовые точки)

4. Органические материалы для запасаения энергии: металл-ионные аккумуляторы и суперконденсаторы.

5. Подведение итогов и анализ перспектив

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В ЗЕ	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>36,2</b>
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>35,8</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		3,4
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Виды учебной работы	В ЗЕ	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1</b>	<b>27,15</b>
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>26,85</b>
Контактная самостоятельная работа	0,1	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		2,55
<b>Вид контроля: зачёт</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Блок. 2. Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)**  
**Аннотация программы «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков в научно-исследовательской деятельности» (Б2.Б.01(У))**

Цель учебной практики

- ознакомление обучающихся с тематикой и организацией научных исследований, проводимых в научно-исследовательских лабораториях факультета, лабораториях

научно-исследовательских институтов Российской академии наук и других государственных и негосударственных научных организаций;

- закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в ходе обучения;
- приобретение обучающимися практических навыков и умений, универсальных и профессиональных компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности;
- формирования у обучающихся способности работать самостоятельно и в составе команды, готовности к сотрудничеству, принятию решений, способности к профессиональной и социальной адаптации.

Форма проведения химико-технологической (учебной) практики: лабораторная. В течение практики проводятся производственные экскурсии на химические предприятия и научные организации региона.

Итоги практики оцениваются зачет.

В результате изучения учебной практики специалист должен:

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3);
- владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ПК-6);

В результате прохождения учебной практики студент должен

*Знать:*

- основные технологические процессы, изучаемые на практике; основные способы синтеза, анализа, производства;

*Уметь:*

- пользоваться основным технологическим или аналитическим оборудованием, изученным в ходе практики;

*Владеть:*

- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации технологического или научно-исследовательского процесса;

- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, синтеза, контроля качества готовой продукции.

Краткое содержание учебной практики

Учебная практика проводится в 4 семестре в форме научно-исследовательской работы.

Посещение институтов и предприятий занятых синтезом, анализом и производством органических соединений.

Ознакомление с основными технологическими стадиями и способами производства органических соединений.

Ознакомление с перспективными научными разработками в области синтеза и конструирования органических соединений. Посещение научных лабораторий кафедр и знакомство с организацией работы в исследовательской лаборатории.

Подготовку отчета о прохождении учебной практики.

Требования, предъявляемые к написанию и представлению отчета.

Конкретное содержание учебной практики определяется с учетом возможностей и интересов кафедры, организующей практику, и принимающей организации.

#### 4. Объем практики

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по	3,0	108



учебному плану		
Самостоятельная работа	3,0	108
Самостоятельное получение и освоение знаний, умений и навыков в соответствии с программой	3,0	108
Вид итогового контроля: зачет с оценкой		

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Самостоятельная работа	3,0	81
Самостоятельное получение и освоение знаний, умений и навыков в соответствии с программой	3,0	81
Вид итогового контроля: зачет с оценкой		

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Педагогическая практика» (Б2.Б.02 (У))

Цель учебной практики

- приобретение студентами навыков педагогической и методической работы;
- формирование и развитие профессиональных навыков работы в аудитории;
- формирование и развитие компонентов профессионально-педагогической культуры, подготовка обучающихся к самостоятельной работе в качестве преподавателей и получение материалов к написанию ВКР.

Форма проведения педагогической (учебной) практики: лабораторная.

Итоги практики оцениваются зачет.

В результате изучения учебной практики специалист должен:

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-8).

В результате прохождения педагогической практики студент должен

*Знать:*

содержание и способы использования компьютерных и информационных технологий; основные приёмы работы в редакторах химических формул;

*Уметь:*

подготовить и провести по заданию руководителя практики учебные занятия. Применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;

*Владеть:*

отбором содержания и построения занятий с современных требований научности; актуализацией и стимулированием творческого подхода студентов к проведению НИР;

учитывать предпочтения студентов, соответствующие их научно-исследовательским интересам.

Краткое содержание педагогической практики

Учебная практика проводится в 9 семестре в форме теоретических занятий и научно-исследовательской работы.

Подготовку отчета о прохождении учебной практики.

Требования, предъявляемые к написанию и представлению отчета.

Конкретное содержание учебной практики определяется с учетом возможностей и интересов кафедры, организующей практику, и принимающей организации.

4. Объем научно-исследовательской работы

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
Семестр А		
Общая трудоемкость в семестре	9	324
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,5</b>	<b>162,4</b>
Контактная работа с преподавателем	4,5	162,4
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,5</b>	<b>161,6</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,5	162,6
Вид контроля: зачет с оценкой	-	-

1.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
Семестр А		
Общая трудоемкость в семестре	9	243
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,5</b>	<b>121,8</b>
Контактная работа с преподавателем	4,5	121,8
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,5</b>	<b>121,35</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,5	121,35
Вид контроля: зачет с оценкой	-	-

#### Аннотация дисциплины «Технологическая практика» (Б2.Б.03(П))

Практика проводится в виде научно-исследовательской работы.

В результате изучения дисциплины специалист должен:

Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
- владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3);

- способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4);
- способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-5);
- владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ПК-6);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7);
- владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат (ПК-8);
- владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен  
Знать:

- процессы и основное оборудование, используемое в профильных лабораториях;
- основные принципы, методы и формы контроля органического синтеза и методы анализа готового продукта;
- основные нормативные документы по стандартизации и сертификации органических соединений;
- правила техники безопасности и производственной санитарии;

Уметь:

- использовать технические средства для измерения основных синтеза, свойств сырья и продукции;
- анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.

Владеть:

- способностью и готовностью осуществлять процесс синтеза в соответствии с требованиями техники безопасности.

3. Краткое содержание дисциплины Производственная практика состоит из двух этапов:

- ознакомление с технологией производства органических соединений;
- практическое освоение технологических процессов и методов их контроля в конкретной лаборатории.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единиц.	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>0,5</b>	<b>18,2</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>2,5</b>	<b>89,8</b>
Посещение лаборатории	1,0	36
Работа в лаборатории по индивидуальному заданию	1,0	36

Подготовка и сдача отчета по практике	0,5	17,8
Вид итогового контроля: зачет с оценкой	-	-

Вид учебной работы	В зачетных единиц.	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>0,5</b>	<b>13,65</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>2,5</b>	<b>67,35</b>
Посещение лаборатории	1,0	27
Работа в лаборатории по индивидуальному заданию	1,0	27
Подготовка и сдача отчета по практике	0,5	13,35
Вид итогового контроля: зачет с оценкой	-	-

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Преддипломная практика» (Б2.Б.04(Пд))**

Цели практики: закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в процессе обучения по программе специалитета; приобретение практического опыта работы с источниками научно-технической информации, опыта постановки и выполнения научно-исследовательских и проектных задач; овладение методологией и методами обработки результатов исследования; сбор, подготовка и анализ материалов по тематике выпускной квалификационной работы.

В результате изучения дисциплины специалист должен:

Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
- владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3);
- способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4);
- способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-5);
- владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ПК-6);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7);

- владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат (ПК-8);
- владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9).

В результате прохождения преддипломной практики студент должен

*Знать:*

- основы организации и методологию научных исследований;
- современные научные концепции в области органического материаловедения;
- структуру и методы управления современным производством физиологически активных веществ.

*Уметь:*

- работать с научными текстами, пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять результаты научных исследований;
- использовать полученные теоретические знания для проектирования технологических линий предприятий органического синтеза.

*Владеть:*

- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций;

Краткое содержание преддипломной практики Тематика преддипломной практики студентов специалитета определяется тематикой их выпускной квалификационной работы и может проводиться в научно-исследовательском или проектном формате (при выполнении научно-исследовательской или расчетно-проектной работы соответственно).

Научно-исследовательская практика проходит в научных лабораториях, технологических подразделениях, информационных центрах научно-исследовательской организации или в лабораториях выпускающей кафедры РХТУ им. Д. И. Менделеева. Студенты знакомятся с текущей работой лаборатории, осваивают методы синтеза материалов, проводят отдельные физико-химические и технологические испытания, приобретают навыки поиска научно-технической информации и работы с базами данных, участвуют в обработке результатов исследования и подготовки их к публикации.

Преддипломная практика студентов, выполняющих расчетно-проектную выпускную квалификационную работу, проходит в производственных цехах и технических отделах промышленного предприятия. Студенты знакомятся со структурой предприятия, нормативно-технологической документацией, регламентами производства, изучают систему менеджмента и качества продукции. Основное внимание уделяется практическим вопросам функционирования технологических линий производства продукции, проблемам диагностики брака готовой продукции и мероприятиям по его устранению, вопросам интенсификации работы теплотехнических агрегатов.

Во время прохождения преддипломной практики студенты собирают материалы по тематике выпускной квалификационной работы, анализируют их, намечают основные направления и задачи работы, вырабатывают методологию решения этих задач.

### Объем преддипломной практики

Вид учебной работы	В зачетных единиц.	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,5</b>	<b>18,2</b>
Контактная работа с преподавателем	0,5	18,2
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>8,5</b>	<b>305,8</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по	8,5	305,8

программе НИР		
Семестр А		
Вид контроля: зачет с оценкой	-	-

Вид учебной работы	В зачетных единиц.	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,5</b>	<b>13,65</b>
Контактная работа с преподавателем	0,5	13,65
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>8,5</b>	<b>229,35</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	8,5	229,35
Семестр А		
Вид контроля: зачет с оценкой	-	-

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Научная исследовательская работа» (Б2.В.1(Н))

Цель научной исследовательской работы: формирование профессиональных компетенций посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности на основании изученных дисциплин, в том числе специальных, и самостоятельно изученной информации.

Основными задачами дисциплины является приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы; обработка, интерпретация и представление научных результатов; подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

В результате изучения дисциплины специалист должен:

Обладать следующими компетенциями:

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
- владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3);
- способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4);
- способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-5);
- владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ПК-6);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7).

*Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- теоретические основы синтеза органических соединений и применять эти знания на практике;
- свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач;

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;
- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных;

*Владеть:*

- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;
- способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

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

В процессе освоения дисциплины обучающийся должен подготовить и представить к защите научно-исследовательскую работу (НИР), выполненную на современном уровне развития науки и техники и соответствующую выбранному направлению подготовки и программе обучения.

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 по работе.

### **2. Объем дисциплины**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>24</b>	<b>864</b>
Аудиторные занятия	11,5	415,6
Самостоятельная работа	12,5	448,4
Вид итогового контроля: зачет	-	-
3 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	1	36
Контактная работа (КР):	0,44	16
Контактная работа с преподавателем	0,44	16
Самостоятельная работа (СР):	0,66	20
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	0,66	20
Вид контроля: зачет	-	-
4 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	1	36
Контактная работа (КР):	0,44	16
Контактная работа с преподавателем	0,44	16
Самостоятельная работа (СР):	0,66	20
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	0,66	20

Вид контроля: зачет	-	-
5 семестр		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Контактная работа (КР):	0,88	32
Контактная работа с преподавателем	0,88	32
Самостоятельная работа (СР):	1,11	40
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,11	40
Вид контроля: зачет	-	-
6 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	3	108
Контактная работа (КР):	1,23	48
Контактная работа с преподавателем	1,23	48
Самостоятельная работа (СР):	1,67	60
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,67	60
Вид контроля: зачёт	-	-
7 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	2	108
Контактная работа (КР):	2,22	80
Контактная работа с преподавателем	2,22	80
Самостоятельная работа (СР):	0,78	28
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	0,78	28
Вид контроля: зачет	-	-
8 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	4	144
Контактная работа (КР):	2,67	96
Контактная работа с преподавателем	2,67	96
Самостоятельная работа (СР):	1,33	48
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,33	48
Вид контроля: зачёт	-	-
9 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	6	216
Контактная работа (КР):	3	108
Контактная работа с преподавателем	3	108
Самостоятельная работа (СР):	3	108
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	3	108
Вид контроля: зачёт	-	-
Семестр А		
Общая трудоемкость в семестре	5	180
Контактная работа (КР):	2,5	90
Контактная работа с преподавателем	2,5	90
Самостоятельная работа (СР):	1,5	54
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,5	54
Вид контроля: зачёт	-	-



Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>24</b>	<b>648</b>
Аудиторные занятия	11,5	311,7
Самостоятельная работа	12,5	336,3
Вид итогового контроля: зачет	-	-
<b>3 семестр</b>		
Общая трудоемкость в семестре	1	27
Контактная работа (КР):	0,44	12
Контактная работа с преподавателем	0,44	12
Самостоятельная работа (СР):	0,66	15
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	0,66	15
Вид контроля: зачет	-	-
<b>4 семестр</b>		
Общая трудоемкость в семестре	1	27
Контактная работа (КР):	0,44	12
Контактная работа с преподавателем	0,44	12
Самостоятельная работа (СР):	0,66	15
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	0,66	15
Вид контроля: зачет	-	-
<b>5 семестр</b>		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Контактная работа (КР):	0,88	24
Контактная работа с преподавателем	0,88	24
Самостоятельная работа (СР):	1,11	30
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,11	30
Вид контроля: зачет	-	-
<b>6 семестр</b>		
Общая трудоемкость в семестре	3	81
Контактная работа (КР):	1,23	36
Контактная работа с преподавателем	1,23	36
Самостоятельная работа (СР):	1,67	45
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,67	45
Вид контроля: зачёт	-	-
<b>7 семестр</b>		
Общая трудоемкость в семестре	2	81
Контактная работа (КР):	2,22	36
Контактная работа с преподавателем	2,22	36
Самостоятельная работа (СР):	0,78	45
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	0,78	45
Вид контроля: зачет	-	-
<b>8 семестр</b>		
Общая трудоемкость в семестре	4	108

Контактная работа (КР):	2,67	72
Контактная работа с преподавателем	2,67	72
Самостоятельная работа (СР):	1,33	36
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,33	36
Вид контроля: зачёт	-	-
9 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	6	162
Контактная работа (КР):	3	81
Контактная работа с преподавателем	3	81
Самостоятельная работа (СР):	3	81
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	3	81
Вид контроля: зачёт	-	-
Семестр А		
Общая трудоемкость в семестре	5	180
Контактная работа (КР):	2,5	67,5
Контактная работа с преподавателем	2,5	67,5
Самостоятельная работа (СР):	1,5	40,5
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,5	40,5
Вид контроля: зачёт	-	-

### **Блок 3. Государственная итоговая аттестация** **Аннотация государственной итоговой аттестации (БЗ.Б.1)**

Цели государственной итоговой аттестации:

Целью государственной итоговой аттестации является объективная оценка уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника университета, его готовности к выполнению профессиональных задач.

Задачи государственной итоговой аттестации – установление соответствия содержания, уровня и качества подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО; мотивация выпускников на дальнейшее повышение уровня компетентности в избранной сфере профессиональной деятельности на основе углубления и расширения полученных знаний и навыков путем продолжения познавательной деятельности в сфере практического применения знаний и компетенций.

В результате прохождения государственной итоговой аттестации специалист должен:

Обладать следующими общекультурными компетенциями (ОК):

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-2);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-3);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-5);

- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-6);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

Обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5);
- владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-8).

Обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
- владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3);
- способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4);
- способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-5);
- владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ПК-6);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7);

- владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат (ПК-8);
- владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9).

В результате прохождения государственной итоговой аттестации студент должен:

*Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- физико-химические основы синтеза биологически активных веществ, лекарственных препаратов и применять эти знания на практике;
- основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;

*Уметь:*

- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;

*Владеть:*

- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;
- навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем;
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.

### 3. Краткое содержание государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация в форме защиты ВКР проходит в 10 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Государственная итоговая аттестация специалистов – защита выпускной квалификационной работы проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

Контроль знаний обучающихся, полученных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «Химик. Преподаватель химии».

Защита ВКР является обязательной процедурой итоговой государственной аттестации студентов высших учебных заведений, завершающих обучение по направлению подготовки специалитета. Она проводится публично на открытом заседании ГЭК согласно утвержденному деканатом графику, на котором могут присутствовать все желающие.

Материалы, представляемые к защите:

выпускная квалификационная работа (пояснительная записка); задание на выполнение ВКР; отзыв руководителя ВКР; рецензия на ВКР; презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем; доклад.

В задачи ГЭК входят выявление подготовленности студента к профессиональной деятельности и принятие решения о возможности выдачи ему диплома.

Решение о присуждении выпускнику квалификации специалиста принимается на заседании ГЭК простым большинством при открытом голосовании членов комиссии на основании результатов итоговых испытаний. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры защиты выпускной квалификационной работы. Апелляция о несогласии с результатами защиты выпускной квалификационной работы не принимается.

Вид учебной работы	В зачетных единиц.	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
Самостоятельная работа	9	324
Вид контроля: Защита ВКР	-	-

Вид учебной работы	В зачетных единиц.	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
Самостоятельная работа	9	243
Вид контроля: Защита ВКР	-	-

#### 4.7.Факультативы

##### «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях» (ФТД.В.01)

**Цель дисциплины** - подготовить студента к осмысленным практическим действиям по обеспечению своей безопасности и защиты в условиях возникновения чрезвычайной ситуации природного, техногенного и военного характера.

В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:

Обладать следующими компетенциями:

- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-6);
- способностью использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);
- владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9).

*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.

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

Опасности природного характера. Стихийные бедствия, явления природы разрушительной силы - землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержение вулканов, обвалы, засухи, ураганы, бури, пожары.

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.

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.

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.

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.

Оказание первой медицинской помощи при ожогах, ранениях, заражениях. Проведение частичной санитарной обработки кожных покровов человека при выходе из зон радиоактивного, химического и биологического заражения (загрязнения), из зон пожаров.

Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации. Радиационная и химическая разведка очага поражения (заражения). Аварийно-спасательные работы. Специальная обработка техники, местности, объектов (дезактивация, дегазация, дезинфекция, дезинсекция

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**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа (КР):	0,45	16,2
Лекции	0,45	16,2
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,55</b>	<b>19,8</b>
Подготовка к контрольным работам	0,55	19,8

Вид итогового контроля: зачет	зачет	зачет
<b>Вид учебной работы</b>	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В астр. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа (КР):	0,45	12,15
Лекции	0,45	12,15
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,55</b>	<b>14,85</b>
Подготовка к контрольным работам	0,55	14,85
Вид итогового контроля: зачет	зачет	зачет

### «Перевод научно-технической литературы» (ФТД.В.02)

**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.

В результате изучения дисциплины обучающийся по программе специалитета должен:

Обладать следующими компетенциями:

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати)(ПК-7).

*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.

**Краткое содержание дисциплины:**

Введение. Предмет и роль перевода в современном обществе. Различные виды перевода. Задачи и место курса в подготовке бакалавра техники и технологии.

#### Модуль 1:

1.1. Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод простого повествовательного предложения настоящего, будущего и прошедшего времени.

Особенности перевода вопросительных и отрицательных предложений в различных временах.

1.2 Перевод предложений во временах Indefinite, Continuous. Чтение и перевод по теме "Химия".

#### Модуль 2.

2.1. Перевод предложений во временах групп Perfect, Perfect Continuous (утвердительные, вопросительные и отрицательные формы). Особенности употребления вспомогательных глаголов.

2.2 Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога. Чтение и перевод текстов по теме "Наука и научные методы". Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3. Перевод придаточных предложений. Придаточные подлежащие. Придаточные сказуемые. Придаточные определительные. Придаточные обстоятельственные, придаточные дополнительные.

2.4. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода на примерах текстов о Химии, Д.И. Менделееве, науке и технологии.

2.5. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Прямая и косвенная речь.

2.6. Различные варианты перевода существительного в предложении.

2.7. Модальные глаголы и особенности их перевода.

Развитие навыков перевода по теме "Наука завтрашнего дня".

2.8. Специальная терминология по теме "Лаборатория".

2.9. Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме "Лаборатория, измерения в химии".

#### Модуль 3.

3.1. Неличные формы глагола.

Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий.

3.2. Инфинитивные обороты.

Оборот дополнение с инфинитивом. Варианты перевода на русский язык.

Терминология по теме "Современные технологии".

3.3. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

Терминология по теме "Химия".

3.4. Перевод причастных оборотов.

Абсолютный причастный оборот и варианты перевода.

Развитие навыков перевода по теме "Химия".

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
Контактная работа (КР):	1,8	64,4
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64,4
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,2</b>	<b>79,6</b>
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	2,2	79,6
Вид итогового контроля: зачет	зачет	зачет



Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
Контактная работа (КР):	1,8	48,6
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48,6
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,2</b>	<b>59,4</b>
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	2,2	59,4
Вид итогового контроля: зачет	зачет	зачет

### «Французский язык» (ФТД.В.03)

**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:

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7);
- готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати) (ПК-7).

*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**

*Введение.* Предмет и роль иностранного языка.

*Модуль 1.* Грамматические трудности изучаемого языка:

1.1 Личные, притяжательные и прочие местоимения.

1.2 Порядок слов в предложении.

Модуль 2. II. Чтение тематических текстов:

2.1. Введение в специальность

2.2 Д.И. Менделеев

2.3. РХТУ им. Д.И. Менделеева

Модуль 3. III. Практика устной речи по темам:

3.1. «Говорим о себе»,

3.2. «В городе»,

3.3. «Район, где я живу».

3.4. Монологическая речь по теме «о себе».

Модуль 4. I. Грамматические трудности изучаемого языка:

4.1. Инфинитив.

4.2. Видовременные формы глаголов.

Модуль 5. II. Изучающее чтение научно-популярных текстов по выбранной специальности.

Примерная тематика текстов: «Фундаментальная химия и научные методы», «Прикладная химия на производстве».

Модуль 6. III. Практика устной речи по теме

6.1. «Студенческая жизнь».

6.2. «Измерения в химической лаборатории»

Модуль 7. I. Грамматические трудности изучаемого языка:

7.1. Причастия.

7.2. Сослагательное наклонение.

Модуль 8. II. Изучающее чтение текстов по тематике: «Специальная лаборатория», «Измерения в специальной лаборатории».

Модуль 9. III. Практика устной речи по темам: «Страна изучаемого языка», «Проведение деловой встречи», «Заклучение контракта».

#### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
Контактная работа (КР):	1,5	54,6
Лекции	1	36
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,5</b>	<b>53,4</b>
Подготовка к контрольным работам	0,5	18
Вид итогового контроля: зачет (3)	зачет	зачет

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
Контактная работа (КР):	1,5	40,95
Лекции	1	27
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,5</b>	<b>40,05</b>
Подготовка к контрольным работам	0,5	13,5
Вид итогового контроля: зачет (3)	зачет	зачет

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛИТЕТА

### 5.1 Требования к кадровому обеспечению

Кадровое обеспечение программы специалитета соответствует требованиям ФГОС ВО (перечисление требований из ФГОС):

– 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 11.01.2011 № 1н (зарегистрирован Министерством Юстиции Российской Федерации 23.03.2011, № 20237) и профессиональными стандартами (при наличии);

– доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет более 70 процентов от общего количества научно-педагогических работников университета;

– доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень и (или) ученое звание, в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу специалитета составляет более 60 процентов;

– доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы специалитета (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 5 лет) в общем числе работников, реализующих программу специалитета, составляет более 30 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 видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для обучающихся по программе 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 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация «Химия материалов», включает:

### **5.2.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Спектрофотометры LEKI SS1207 (в комплекте с ПО для подключения к ПК); измерители R-L-C E 7-13, E-7-20, поляриметры-сахариметры СУ-5 и СУ-4, рН-метры с автоматической и ручной компенсацией температуры ИПЛ 301, стилоскоп СЛ-15, вискозиметры ротационные Rheotest RV 2.1, спектрофотометр LEKI SS2110UV «Mediora OY», автоматический анализатор удельной поверхности и пористости Gemini VIII, прибор для определения размеров и дзета-потенциала частиц Photocor Compact-Z, вискозиметр ротационный Brookfield LVDV-II+, хроматограф газовый «Хроматэк-Кристалл 5000», гониометр ЛК-1 с программным обеспечением.

Лабораторные электронные весы: весы Citizen Scale CY-223, весы Citizen Scale CY-124С, весы электронные аналитические МВ-210А, весы OHAUS V11P15, весы Citizen Scale CY-1202, весы Citizen Scale CY-224. Микроскопы бинокулярные с цифровой

камерой Levenhuk C310 NG. Аквадистилляторы ДЭ-10 ЭМО; шкафы сушильные ШС-40-ПЗ; жидкостной циркуляционный термостат ВТ10-1 (+20...+100 оС), термостат жидкостной LOIP LT 124а; ВТ3-1 (+20...+100 оС); ВТ5-1 (+20...+100 оС) жидкостной циркуляционный термостат, 5 л; ЛБ13 (+5...+200 оС) лабораторные бани; испарители ротационные ИР-1 ЛТ, магнитные мешалки с нагревом.

При проведении исследований обучающиеся имеют возможность также использовать все приборы Центра коллективного использования РХТУ им. Д.И. Менделеева.

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

Комплекты плакатов и слайдов к лекционным курсам, образцы наиболее распространенных природных минералов, простых и сложных веществ, модели структур неорганических и органических соединений.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровые камеры к оптическим микроскопам; 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; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде, размещенные на сайтах кафедр факультета естественных наук; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам веществ.

### **5.3 Учебно-методическое обеспечение**

Для реализации основной образовательной программы подготовки по программе специалитета по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, профиль «Химия материалов» используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы.

Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д. И. Менделеева и кафедр, участвующих в реализации программы. Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д. И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку реализации программы, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для реализации и качественного освоения обучающимися по программе специалитета образовательного процесса по всем дисциплинам основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, профиль «Химия материалов».

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.09.2017 составляет 1 696 322 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	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	2	3	4
1.	ЭБС «Лань»	Принадлежность – сторонняя. Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №43/14 от 15.05.2014 г. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> Сумма договора - 35000 р. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Ресурс, включает в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным и техническим наукам.
2.	Электронная база данных химических соединений и реакций «Reaxys»	Принадлежность сторонняя-издательство « Elsevier». Договор №86 от 25.11.2015 г. Ссылка на сайт- <a href="http://www.reaxys.com">www.reaxys.com</a> Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	БД « Reaxys» содержит информацию: - 55 млн. органических, неорганических и металлоорганических соединений; - 36 млн. химических реакций; - 500 млн. опубликованных результатов экспериментов.
3.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ им. Д.И. Менделеева 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
4.	Информационно-справочная	Принадлежность сторонняя. Реквизиты договора – ООО	Электронная библиотека нормативно-технических

	система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России»	«ИНФОРМПРОЕКТ», договор № 165- 924/м от 08.04.2015 г. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a> Сумма договора - 284988 р. Количество ключей - локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
5.	Электронная библиотека диссертаций	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, договор № 095/04/0122 от 30.03.2015 г. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru/">http://diss.rsl.ru/</a> Сумма договора - 99710-00 Количество ключей – 10 (локальный доступ с компьютеров ИБЦ).	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской 99 (ЭБД) 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.
6.	Электронная версия Реферативного журнала «ХИМИЯ» на CD	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «НТИ-КОМПАКТ», договор № 399 от 09.01.2015 г. Сумма договора - 206 736 р. Количество ключей - локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Реферативный журнал (РЖ) "Химия", публикует рефераты, аннотации, библиографические описания книг и статей из журналов и сборников, материалов научных конференций
7.	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – ФГБУН ВИНТИ, договор № 10/IV от 18.02.2015 г. Ссылка на сайт - <a href="http://www2.viniti.ru/">http://www2.viniti.ru/</a> Сумма договора - 20 000 р. Количество ключей - доступ к ресурсу локальный, обеспечивается сотрудниками ИБЦ. <a href="http://www2.viniti.ru/index.php?option=com_content&amp;task=view&amp;id=236&amp;xmf=p&amp;Itemid=101">http://www2.viniti.ru/index.php?option=com_content&amp;task=view&amp;id=236&amp;xmf=p&amp;Itemid=101</a>	База данных (БД) ВИНТИ РАН - крупнейшая в России по естественным, точным и техническим наукам. Общий объем БД - более 28 млн. документов. БД формируется по материалам периодических изданий, книг, фирменных изданий, материалов конференций, тезисов, патентов, нормативных документов, депонированных научных работ, 30 % которых составляют российские источники
8.	ЭБС «Научно-электронная библиотека	Принадлежность – сторонняя. Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № SU-20-	Электронные издания, электронные версии периодических или

	eLibrary.ru»	11/2014-2 от 11.12.2014 г. Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> Сумма договора -751230-40 р. Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен	непериодических изданий
9.	Royal Society of Chemistry Journals	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП «НЭИКОН, договор № 17-3.1-14/15 от 02.12.2014 г., Ссылка на сайт – <a href="http://www.rsc.org">http://www.rsc.org</a> Сумма договора - 178 284 р. Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Ресурсы издательства, принадлежащего Королевскому Химическому обществу (Великобритания).
10.	Nature - научный	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, 100 журнал Nature Publishing Group Государственный контракт № 14.596.11.0002 от 25 февраля 2014 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.nature.com/nature/index.html">http://www.nature.com/nature/index.html</a> Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарный журнал, обладающий самым высоким в мире индексом цитирования.
11.	Wiley	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – ФГУП «Внешнеэкономическое объединение «Академинторг РАН», договор № АИТ 14-3-298/19-3.1-14/15 от 27.11.2014 г. <a href="http://www.informaworld.com">http://www.informaworld.com</a> Сумма договора - 300707 руб. Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	Ресурс содержит более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе более 300 по техническим и естественным наукам.
12.	Springer	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, договор № 18-3.1-14/15 от 02.12.2014 г. Ссылка на сайт – <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> Сумма договора - 521146 р. Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам	Электронные научные информационные ресурсы издательства Springer
13.	Scopus	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – ГПНТБ, договор « 2/БП/41 от 01.12.2014г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
14.	Ресурсы международной компании Thomson Reuters	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – ГПНТБ, договор « 1/БП/41 от 01.11.2014г. Ссылка на сайт –	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE - реферативная и наукометрическая база

	на платформе Web of Knowledge	<a href="http://webofknowledge.com">http://webofknowledge.com</a> Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен	данных. MEDLINE - реферативная база данных по медицине. Journal Citation Reports – сведения по цитируемости журналов
15.	Science – научный журнал (электронная версия научной базы данных SCIENCE ONLINESCIENTE NOW) компании The American Association for Advancement of Science	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, Государственный контракт № 14.596.11.0002 от 25.02.2014 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.science.com">www.science.com</a> Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Science – один из самых авторитетных американских научно-популярных журналов. Новости науки и техники, передовые технологии, достижения прогресса, обсуждение актуальных проблем и многое другое
16.	Справочно-правовая система «Гарант»	Принадлежность сторонняя. Реквизиты договора- №76-79з/2013 от 25.12.2013 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> Сумма договора - 397027-20 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
17.	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, Государственный контракт № 14.596. 11.0002 от 25 февраля 2014 г. Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.acs.org/">http://pubs.acs.org/</a> . Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
18.	Американский институт физики (AIP)	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – НП НЭИКОН, Государственный контракт № 14.596.11.0002 от 25.02.2014 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.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)

#### 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 научных исследований.

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 представлены в рабочих программах дисциплин.

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**

Рабочие программы дисциплин (перечисление дисциплин из учебного плана):

1. Аналитическая химия
2. Безопасность жизнедеятельности
3. Высокомолекулярные соединения
4. Вычислительные методы в химии
5. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях
6. Избранные главы наук о материалах
7. Иностранный язык
8. Информатика
9. Информационные технологии в научной деятельности
10. История
11. История и методология химии
12. Катализ
13. Квантовая химия
14. Коллоидная химия
15. Кристаллохимия
16. Линейная алгебра
17. Математика
18. Металлорганическая химия
19. Молекулярное моделирование
20. Молекулярный дизайн
21. Немецкий язык
22. Неорганическая химия
23. Общая физическая химия
24. Органическая химия
25. Органические и гибридные
26. Перевод научно-технической литературы
27. Планирование многоступенчатого синтеза
28. Правоведение
29. Психология
30. Реакции и методы органической химии
31. Роль личности в истории
32. Русский язык и культура речи
33. Современная химия и химическая безопасность
34. Социально-политическая история
35. Социология
36. Специальный органический синтез I
37. Специальный органический синтез II
38. Строение вещества
39. Теория вероятностей и математическая статистика
40. Теория групп

41. Устойчивое развитие
  42. Физика
  43. Физическая культура
  44. Физическая химия
  45. Физические методы исследования
  46. Философия
  47. Французский язык
  48. Химическая кинетика
  49. Химическая технология
  50. Химические основы биологических процессов
  51. Химия гетероциклических соединений
  52. Химия окружающей среды
  53. Экономика
  54. Элективные курсы по физической культуре и спорту
  55. Научно-исследовательская работа
  56. Государственная итоговая аттестация,
- входящих в ООП по специальности «04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия», специализация «Химия материалов», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **7. Оценочные материалы**

Оценочные материалы по дисциплинам дисциплин из учебного плана):

1. Аналитическая химия
2. Безопасность жизнедеятельности
3. Высокомолекулярные соединения
4. Вычислительные методы в химии
5. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях
6. Избранные главы наук о материалах
7. Иностранный язык
8. Информатика
9. Информационные технологии в научной деятельности
10. История
11. История и методология химии
12. Катализ
13. Квантовая химия
14. Коллоидная химия
15. Кристаллохимия
16. Линейная алгебра
17. Математика
18. Металлорганическая химия
19. Молекулярное моделирование
20. Молекулярный дизайн
21. Немецкий язык
22. Неорганическая химия
23. Общая физическая химия
24. Органическая химия
25. Органические и гибридные
26. Перевод научно-технической литературы
27. Планирование многоступенчатого синтеза

28. Правоведение
  29. Психология
  30. Реакции и методы органической химии
  31. Роль личности в истории
  32. Русский язык и культура речи
  33. Современная химия и химическая безопасность
  34. Социально-политическая история
  35. Социология
  36. Специальный органический синтез I
  37. Специальный органический синтез II
  38. Строение вещества
  39. Теория вероятностей и математическая статистика
  40. Теория групп
  41. Устойчивое развитие
  42. Физика
  43. Физическая культура
  44. Физическая химия
  45. Физические методы исследования
  46. Философия
  47. Французский язык
  48. Химическая кинетика
  49. Химическая технология
  50. Химические основы биологических процессов
  51. Химия гетероциклических соединений
  52. Химия окружающей среды
  53. Экономика
  54. Элективные курсы по физической культуре и спорту
  55. Научно-исследовательская работа
  56. Государственная итоговая аттестация,
- входящих в ООП по специальности «04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия», специализация «Химия материалов», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## **8. Методические материалы по дисциплинам**

Методические материалы по дисциплинам (перечень дисциплин из учебного плана):

1. Аналитическая химия
2. Безопасность жизнедеятельности
3. Высокмолекулярные соединения
4. Вычислительные методы в химии
5. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях
6. Избранные главы наук о материалах
7. Иностранный язык
8. Информатика
9. Информационные технологии в научной деятельности
10. История
11. История и методология химии
12. Катализ
13. Квантовая химия
14. Коллоидная химия
15. Кристаллохимия

16. Линейная алгебра
  17. Математика
  18. Металлорганическая химия
  19. Молекулярное моделирование
  20. Молекулярный дизайн
  21. Немецкий язык
  22. Неорганическая химия
  23. Общая физическая химия
  24. Органическая химия
  25. Органические и гибридные
  26. Перевод научно-технической литературы
  27. Планирование многоступенчатого синтеза
  28. Правоведение
  29. Психология
  30. Реакции и методы органической химии
  31. Роль личности в истории
  32. Русский язык и культура речи
  33. Современная химия и химическая безопасность
  34. Социально-политическая история
  35. Социология
  36. Специальный органический синтез I
  37. Специальный органический синтез II
  38. Строение вещества
  39. Теория вероятностей и математическая статистика
  40. Теория групп
  41. Устойчивое развитие
  42. Физика
  43. Физическая культура
  44. Физическая химия
  45. Физические методы исследования
  46. Философия
  47. Французский язык
  48. Химическая кинетика
  49. Химическая технология
  50. Химические основы биологических процессов
  51. Химия гетероциклических соединений
  52. Химия окружающей среды
  53. Экономика
  54. Элективные курсы по физической культуре и спорту
  55. Научно-исследовательская работа
  56. Государственная итоговая аттестация,
- входящих в ООП по специальности «04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия», специализация «Химия материалов», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

# Приложения

## Приложение 1. Учебный план

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева  
 Институт химии и проблем устойчивого развития



План одобрен Ученым советом вуза  
 Протокол № 11 от 27.06.2018

### РАБОЧИЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН по программе специалитета

Мажуга А.Г.  
 20\_\_ г.

04.05.01

Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация - Химия материалов

Кафедра: Высший химический колледж РАН  
 Факультет: ИПУР

Квалификация: Химик. Преподаватель химии				
Форма обучения: Очная				
Срок обучения: 5л				
+		Основной	Виды деятельности	
+	+			научно-исследовательская
+	+			научно-производственная

Год начала подготовки (по учебному плану) 2018  
 Учебный год 2018-2019  
 Образовательный стандарт № 1174 от 12.09.2016

#### СОГЛАСОВАНО

Проректор по УР / Филатов С.Н./  
 Проректор по УМП / Аристов В.М./  
 Начальник УУ / Макаров Н.А./  
 Директор ИПУР / Тарасова Н.П./  
 Руководитель ВХХ РАН / Травень В.Ф./

Учебный план специалитета 04.05.01\_ВХХ РАН\_ИИ\_2018\_ж.м.с.ИИ, код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

#### Календарный учебный график

Месяц	Семестр	I семестр				II семестр				III семестр				IV семестр				V семестр																					
		1-7	8-14	15-21	22-28	1-7	8-14	15-21	22-28	1-7	8-14	15-21	22-28	1-7	8-14	15-21	22-28	1-7	8-14	15-21	22-28																		
И	Сентябрь																																						
С	Октябрь																																						
Н	Ноябрь																																						
Д	Декабрь																																						
Я	Январь																																						
Ф	Февраль																																						
М	Март																																						
А	Апрель																																						
М	Май																																						
И	Июнь																																						
С	Июль																																						
А	Август																																						
	Сентябрь																																						

#### Сводные данные

	Курс 1		Курс 2		Курс 3		Курс 4		Курс 5		Итого					
	СЗ	СД	СЗ	СД	СЗ	СД	СЗ	СД	СЗ	СД						
Теоретическое обучение и раскрепощенные практики	17.1/6	17	34.1/6	17.1/6	17	34.1/6	17.1/6	17	34.1/6	17.1/6	16.1/6	34.2/6	17.1/6	7.4/6	24.5/6	241.4/6
Экзаменационные сессии	2.3/6	3	3.3/6	2.3/6	3	3.3/6	2.3/6	3	3.3/6	2.3/6	3	3.3/6	2.3/6	1	4	26
У Учебная практика					2	2										2
П Производственная практика																
Пд Преддипломная практика																
Д Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты																6
К Каникулы	2	8	10	2	6	8	2	8	10	2	6	8	9.5/6	1.2/6	9.5/6	60.4/6
* Нерабочие праздничные дни (не включая воскресенья)	1.2/6	1	2.2/6	1.2/6	1	2.2/6	1.2/6	1	2.2/6	1.2/6	1	2.2/6	1.2/6	1	2.2/6	11.4/6
Продолжительность обучения (не включая нерабочие праздничные дни и каникулы)	Всего 29 нед.		Всего 29 нед.		Всего 29 нед.		Всего 29 нед.		Всего 29 нед.							
Итого	21	29	32	23	29	32	21	29	32	21	29	32	21	29	32	260
Студентов																
Групп																



План-Свод Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Считать в плане	Индекс	Наименование	Форма контроля		з.е.		Итого акад. часов										Зачрепленная кафедра										
			Экз мен	Зачет	Зачет с оц	Экспертное	Факт	Экспертное	По плану	Контакт часы	Ауд.	СР	Конт роль	Курс 1 Сем. 1	Курс 1 Сем. 2	Курс 2 Сем. 3	Курс 2 Сем. 4	Курс 3 Сем. 5	Курс 3 Сем. 6	Курс 4 Сем. 7	Курс 4 Сем. 8	Курс 5 Сем. 9	Курс 5 Сем. 10	Код	Наименование		
+	ФТДВ.03	Французский язык		789		3	3	108	108	54.6	54.6	53.4														61	Высший химический колледж РАН
						8	8	288	288	135.2	135.2	132.8															
						8	8	288	288	135.2	135.2	132.8															

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Считать в плане	Индекс	Наименование	Форма контроля		з.е.		Итого акад. часов									
			Экз мен	Зачет	Зачет с оц	Экспертное	Факт	Часов в з.е.	Экспертное	По плану	Контакт часы	СР	Конт роль	Интер часы	Эксперт часы	
<b>Блок 1. Дисциплины (модули)</b>																
<b>Базовая часть</b>																
+	Б1Б.01	Неорганическая химия	12			14	14	36	504	504	360.8	72	71.2	80	10	
+	Б1Б.02	Иностраный язык	4	123		12	12	36	432	432	217	179.4	35.6	60		
+	Б1Б.03	История			1	2	2	36	72	72	54.2	17.8		23		
+	Б1Б.04	Математика	24	13		15	15	36	540	540	289.2	179.6	71.2	62	10	
+	Б1Б.05	Информатика	2	1		7	7	36	252	252	90.6	125.8	35.6	22	5	
+	Б1Б.06	Устойчивое развитие				5	5	36	180	180	72.4	107.6		19		
+	Б1Б.07	Социология			1	2	2	36	72	72	36.2	35.8		6		
+	Б1Б.08	Физика	4	123		16	16	36	576	576	253	287.4	35.6	48		
+	Б1Б.09	Аналитическая химия	3			5	5	36	180	180	126.4	17.6	36	25		
+	Б1Б.10	Органическая химия	3	56	4	18	18	36	648	648	361	251	36	60		
+	Б1Б.11	Философия	6	5		7	7	36	252	252	72.6	143.8	35.6	28		
+	Б1Б.12	Вычислительные методы в химии	5	4		5	5	36	180	180	72.6	71.8	35.6	28		
+	Б1Б.13	Кристаллохимия	5			5	5	36	180	180	54.4	90	35.6	15		
+	Б1Б.14	Квантовая химия	5	6		7	7	36	252	252	108.6	107.8	35.6	30		
+	Б1Б.15	Физическая химия	6	5		8	8	36	288	288	144.6	107.8	35.6	40		
+	Б1Б.16	Физические методы исследования			6	5	5	36	180	180	108.2	71.8		18		
+	Б1Б.17	История и методология химии			7	4	4	36	144	144	36.2	107.8		18		
+	Б1Б.18	Высокомолекулярные соединения	7			8	8	36	288	288	162.4	90	35.6	20		
+	Б1Б.19	Современная химия и химическая безопасность			7	5	5	36	180	180	36.2	143.8		18		
+	Б1Б.20	Строение веществ	8			4	4	36	144	144	54.4	54	35.6	22		
+	Б1Б.21	Химическая технология	8			4	4	36	144	144	72.4	36	35.6	20		
+	Б1Б.22	Химические основы биологических процессов			8	5	5	36	180	180	108.2	71.8		23		
+	Б1Б.23	Коллоидная химия	8			6	6	36	216	216	144.4	36	35.6	28		
+	Б1Б.24	Экохимия	9			9	9	36	324	324	72.4	216	35.6	28		
+	Б1Б.25	Безопасность жизнедеятельности	9			7	7	36	252	252	54.4	162	35.6	14		
+	Б1Б.26	Физическая культура и спорт			16	2	2	36	72	72	72					
						187	187		6732	6732	3234.8	2784.4	712.8	740	25	
<b>Вариативная часть</b>																
+	Б1В.01	Общая физическая химия	1			4	4	36	144	144	72.4	36	35.6	20		
+	Б1В.02	Линейная алгебра для химиков			1	2	4	4	36	144	144	108.4	35.6		38	5
+	Б1В.03	Социально-политическая история для химиков	3			2	2	36	72	72	36.2	35.8		18		
+	Б1В.04	Теория вероятностей и математическая статистика в химии	3			3	3	36	108	108	54.4	18	35.6	28		
+	Б1В.05	Теория групп в химии			4	3	3	36	108	108	36.2	71.8		15		
+	Б1В.06	Информационные технологии в научной деятельности специалистов-химиков			4	4	4	36	144	144	54.2	89.8		28		
+	Б1В.07	Химическая кинетика			6	3	3	36	108	108	36.2	71.8		18		
+	Б1В.08	Каталоги в химической реакции			7	3	3	36	108	108	36.4	36	35.6	15		
+	Б1В.09	Избранные главы наук о материалах			7	4	4	36	144	144	36.2	107.8		18		
+	Б1В.10	Психология для химиков			8	2	2	36	72	72	36.2	35.8		10		
+	Б1В.11	Проведение и применение химических производств			9	6	6	36	216	216	36.2	179.8		10		
+	Б1В.12	Элективные курсы по физической культуре и спорту							328	328	328					

План Учебный план специалиста '04.05.01\_ВХК РАН\_XM\_2018\_ак.часы.рн', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

		Курс 1														Курс 2																	
		Сем. 1						Сем. 2						Сем. 3						Сем. 4													
э.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	э.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	э.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	э.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль		
7	252	54	90	54	0.4	18	35.6	7	252	36	90	36	0.4	54	35.6																		
2	72			36	0.2	35.8		3	108			36	0.2	71.8		3	108			72	0.2	35.8			4	144			72	0.4	36	35.6	
2	72	36		18	0.2	17.8																											
3	108	36		36	0.2	35.8		5	180	36		36	0.4	72	35.6	3	108	36		36	0.2	35.8			4	144	36		36	0.4	36	35.6	
2	72			36	0.2	35.8		5	180	18		36	0.4	90	35.6																		
2	72	18		18	0.2	35.8		3	108			36	0.2	71.8																			
2	72	36			0.2	35.8																											
3	108	36		18	0.2	53.8		5	180	36		18	0.2	125.8		4	144	36		36	0.2	71.8			4	144	36		36	0.4	36	35.6	
																5	180	36	54	36	0.4	17.6	36										
																5	180	72		36	0.4	35.6	36		5	180	72		36	0.2	71.8		
1	36	4			32																												
24	864	220	90	248	1.8	288.6	35.6	29	1028	126	90	198	1.8	465.4	106.8	20	720	180	54	216	1.4	196.6	72	19	694	162		198	1.6	215.6	106.8		
4	144	36		36	0.4	36	35.6																										
2	72	18		36	0.2	17.8		2	72	18		36	0.2	17.8																			
																2	72	36			0.2	35.8											
																3	108	36		18	0.4	18	35.6										
																									3	108	18		18	0.2	71.8		
																									4	144	36		18	0.2	89.8		
32				32																													

План Учебный план специалиста '04.05.01\_ВХК РАН\_XM\_2018\_ак.часы.рн', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

		Курс 3														Курс 4																	
		Сем. 5						Сем. 6						Сем. 7						Сем. 8													
э.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	э.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	э.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	э.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль		
4	144			72		0.2	71.8		4	144		72		0.2	71.8																		
4	144	18		18	0.2	107.8		3	108	18		18	0.4	36	35.6																		
3	108	18		18	0.4	36	35.6																										
5	180	36		18	0.4	90	35.6																										
4	144	36		18	0.4	54	35.6		3	108	18		36	0.2	53.8																		
4	144	36		36	0.2	71.8		4	144	36		36	0.4	36	35.6																		
								5	180	36		72	0.2	71.8																			
																4	144	18		18	0.2	107.8											
																8	206	18	90	54	0.4	90	35.6										
																5	180	18		18	0.2	143.8											
																									4	144	36		18	0.4	54	35.6	
																								4	144	36		36	0.4	36	35.6		
																								5	180	36	54	18	0.2	71.8			
																								6	216	36	72	36	0.4	36	35.6		
1	36	4			32																												
24	864	144	72	108	1.8	431.4	106.8	20	720	112	72	194	1.4	269.4	71.2	17	612	54	90	90	0.8	341.6	35.6	19	694	144	126	108	1.4	197.8	106.8		
3	108	18														3	108	18		18	0.4	36	35.6										
																4	144	18		18	0.2	107.8											
66				66																													







План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Сем. 9													Курс 5													Закрепленная кафедра		
Сем. 9						Сем. А						Сем. Б						Сем. В						Закрепленная кафедра				
з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	Код	Наименование	Компетенции										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-3; ПК-7										
																19	Русского языка	ОК-7; ОК-7; ПК-7										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-1; ОК-2; ПК-3										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-1; ОК-2; ПК-3										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-1; ОК-2; ПК-3										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-1; ОК-2; ПК-3										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-1; ОК-2; ПК-3										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-1; ОК-2; ПК-3										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-1; ОК-2; ПК-3										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-1; ОК-2; ПК-3										
																57	ЮНЕСКО "Зеленая химия для устойчивого развития"	ОК-7; ОК-1; ПК-9										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-2; ПК-3										
																		ОК-1; ПК-3										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ПК-3										
																61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-2; ПК-3										
6	216	18		18	0,2	179,8																						
22	792	72	18	72	1	557,8	71,2																					
2	72			36	0,2	35,8		7	252				126	0,2	125,8		61	Высший химический колледж РАН	ОК-5; ОК-7; ОК-8									
								9	324					0,2	323,8		61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-5; ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9									
2	72			36	0,2	35,8		16	576				126	0,4	449,6		61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-5; ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9									
6	216			108	0,2	107,8		5	180				90	0,2	89,8		61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-2; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7									
6	216			108	0,2	107,8		5	180				90	0,2	89,8													
8	288			144	0,4	143,6		21	756				216	0,6	539,4													
								9	324						324		61	Высший химический колледж РАН	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ОК-8; ОК-9; ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ОК-8; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9									
								9	324						324													
								9	324						324													
																43	Техноферной безопасности	ОК-6; ОК-9; ПК-9										

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

						Форма контроля		з.е.				Итого акад. часов						
Считать в плане	Индекс	Наименование		Экз мен.	Зачет	Зачет с оц.	Экспер тное	Факт	Часов в з.е.	Экспер тное	По плану	Контакт часы	СР	Конт роль	Интер часы	Элект часы		
+	07ДВ.02	Перевод научно-технической литературы			34		4	4	36	144	144	64,4	79,6					
+	07ДВ.03	Французский язык			789		3	3	36	108	108	54,6	53,4					
									8	8	288	288	135,2	152,8				
									8	8	288	288	135,2	152,8				

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Курс 1																Курс 2																						
Сем. 1								Сем. 2								Сем. 3								Сем. 4														
з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль							
																2	72				32	0.2	39.8								2	72				32	0.2	39.8
																1	36				16	0.2	19.8								1	36				16	0.2	19.8
																1	36				16	0.2	19.8								1	36				16	0.2	19.8

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Курс 3																Курс 4																					
Сем. 5								Сем. 6								Сем. 7								Сем. 8													
з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль						
																1	36				18	0.2	17.8							1	36				18	0.2	17.8
																1	36				18	0.2	17.8							1	36				18	0.2	17.8
																1	36				18	0.2	17.8							1	36				18	0.2	17.8

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

з.е.	Сем. 9							Курс 5							Закрепленная кафедра				Компетенции
	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	Код	Наименование		
1	36			18	0,2	17,8										9	Иностранный язык	ОК-7, ОК-7; ПК-7	
1	36			18	0,2	17,8										61	Высший химический колледж РАН	ОК-7, ОК-7; ПК-7	
1	36			18	0,2	17,8													

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_астр.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Считать в плане	Индекс	Наименование	Форма контроля		з.е.		Итого астр. часов											Закрепленная кафедра											
			Экз мен.	Зачет сц.	Зачет сц.	Экспертное	Факт	Экспертное	По плану	Контакт часы	Ауд.	СР	Конт роль	Сем. 1	Сем. 2	Сем. 3	Сем. 4	Сем. 5	Сем. 6	Сем. 7	Сем. 8	Сем. 9	Сем. 10	Код	Наименование				
<b>Блок 1. Дисциплины (модули)</b>																													
<b>Базовая часть</b>																													
+	Б1Б.01	Неорганическая химия	12			14	14	378	378	270,6	270,6	54	53,4	7	7											4	Общей и неорганической химии		
+	Б1Б.02	Иностранный язык	4	123		12	12	324	324	162,75	162,75	134,55	26,7	2	3	3	4										9	Иностранный язык	
+	Б1Б.03	История			1	2	2	54	54	40,65	40,65	13,35				2											61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.04	Математика	24	13		15	15	405	405	216,9	216,9	134,7	53,4	3	5	3	4										61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.05	Информатика	2	1		7	7	189	189	67,95	67,95	94,35	26,7	2	5												35	Информатика и компьютерное моделирование	
+	Б1Б.06	Устойчивое развитие			12	5	5	135	135	54,3	54,3	80,7			2	3											57	ЮНЕСКО "Зеленая химия для устойчивого развития"	
+	Б1Б.07	Социология			1	2	2	54	54	27,15	27,15	26,85			2												58	Социологии	
+	Б1Б.08	Физика	4	123		16	16	432	432	189,75	189,75	215,55	26,7	3	5	4	4										61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.09	Аналитическая химия	3			5	5	135	135	94,8	94,8	13,2				5											5	Аналитической химии	
+	Б1Б.10	Органическая химия	3	56	4	18	18	486	486	270,75	270,75	188,25	27			5	5	4	4								1	Органической химии	
+	Б1Б.11	Философия	6	5		7	7	189	189	54,45	54,45	107,85	26,7					4	3								17	Философии	
+	Б1Б.12	Вычислительные методы в химии	5	4		5	5	135	135	54,45	54,45	53,55	26,7			2	3										61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.13	Кристаллохимия	5			5	5	135	135	40,8	40,8	67,5	26,7				5										61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.14	Квантовая химия	5	6		7	7	189	189	81,45	81,45	80,85	26,7					4	3								7	Квантовой химии	
+	Б1Б.15	Физическая химия	6	5		8	8	216	216	108,45	108,45	80,85	26,7					4	4								61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.16	Физические методы исследования			6	5	5	135	135	81,15	81,15	53,85						5									61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.17	История и методология химии			7	7		189	189	27,15	27,15	80,85															57	ЮНЕСКО "Зеленая химия для устойчивого развития"	
+	Б1Б.18	Высокомолекулярные соединения			7		8	216	216	121,8	121,8	67,5	26,7							8							61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.19	Современная химия и химическая безопасность			7		5	135	135	27,15	27,15	107,85								5							57	ЮНЕСКО "Зеленая химия для устойчивого развития"	
+	Б1Б.20	Строение веществ	8			4	4	108	108	40,8	40,8	40,5	26,7														61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.21	Химическая технология	8			4	4	108	108	54,3	54,3	27	26,7														10	Общей химической технологии	
+	Б1Б.22	Химические основы биологических процессов			8		5	135	135	81,15	81,15	53,85															5	1	Органической химии
+	Б1Б.23	Коллоидная химия	8			6	6	162	162	108,3	108,3	27	26,7														61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1Б.24	Экономика	9			9	9	243	243	54,3	54,3	162	26,7													9	49	Экономической теории	
+	Б1Б.25	Безопасность жизнедеятельности	9			7	7	189	189	40,8	40,8	121,5	26,7														7	43	Техносферной безопасности
+	Б1Б.26	Физическая культура и спорт			16		2	2	54	54	54																	20	Физического воспитания и спорта
								187	187	5349	5349	2426,1	2426,1	2086,3	534,6	24	28	20	19	24	20	17	19	18					
<b>Вариативная часть</b>																													
+	Б1В.01	Общая физическая химия	1			4	4	108	108	54,3	54,3	27	26,7	4													61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1В.02	Линейная алгебра для химиков			1	2	4	4	108	108	81,3	81,3	26,7		2	2											61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1В.03	Социально-политическая история для химиков			3		2	2	54	54	27,15	26,85					2										16	Истории и политологии	
+	Б1В.04	Теория вероятностей и математическая статистика в химии			3		3	81	81	40,8	40,8	13,5	26,7							3							61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1В.05	Теория групп в химии			4		3	81	81	27,15	27,15	53,85									3						61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1В.06	Информационные технологии в научной деятельности специалистов-химиков			4		4	108	108	40,65	40,65	67,35									4						61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1В.07	Химическая этикетка			6		3	81	81	27,15	27,15	53,85															61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1В.08	Каталоги в химической реакции			7		3	81	81	27,3	27,3	27	26,7														61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1В.09	Избранные главы наук о материалах			7		4	4	108	108	27,15	27,15	80,85														61	Высший химический колледж РАН	
+	Б1В.10	Проктология для химиков			8		2	2	54	54	27,15	27,15	26,85														18	Проктологии	
+	Б1В.11	Правоведение в применении к химическим производствам			9		6	6	162	162	27,15	27,15	134,85														51	Гражданского, авторского и интеллектуального права	
+	Б1В.12	Элективные курсы по физической культуре и спорту						246	246	246	246																20	Физического воспитания и спорта	



План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_XM\_2018\_ астр.часы рк'. код специальности 04.05.01. год начала подготовки 2018

Считать в плане	Индекс	Наименование	Форма контроля						Итого астр. часов								
			Экз. мен.	Зачет	Зачет с. оц.	Экспертное	Факт	Часов в з.э.	Экспертное	По плану	Контакт часы	СР	Конт роль	Интер часы	Эксперт часы		
<b>Блок 1. Дисциплины (модули)</b>																	
<b>Базовая часть</b>																	
+	B1.6.01	Неорганическая химия	12			14	14	27	378	378	270.6	54	53.4	37.5	2.5		
+	B1.6.02	Иностраный язык	4	123		12	12	27	324	324	162.75	134.55	26.7	45			
+	B1.6.03	История			1	2	2	27	54	54	40.65	13.35		12.25			
+	B1.6.04	Математика	24	13		15	15	27	405	405	216.9	134.7	53.4	51.25	7.5		
+	B1.6.05	Информатика	2	1		7	7	27	189	189	67.95	94.35	26.7	21.25	3.25		
+	B1.6.06	Устойчивое развитие		12		5	5	27	135	135	54.3	80.7		14.25			
+	B1.6.07	Социология		1		2	2	27	54	54	27.15	26.85		4.5			
+	B1.6.08	Физика	4	123		16	16	27	432	432	189.75	215.55	26.7	36			
+	B1.6.09	Аналитическая химия	3			5	5	27	135	135	94.8	13.2	27	18.75			
+	B1.6.10	Органическая химия	3	56	4	18	18	27	496	496	270.75	188.25	27	45			
+	B1.6.11	Философия	6	5		7	7	27	189	189	54.45	107.85	26.7	21			
+	B1.6.12	Вычислительные методы в химии	5	4		5	5	27	135	135	54.45	53.85	26.7	21			
+	B1.6.13	Кристаллохимия	5			5	5	27	135	135	40.8	67.5	26.7	11.25			
+	B1.6.14	Квантовая химия	5	6		7	7	27	189	189	81.45	80.85	26.7	22.5			
+	B1.6.15	Физическая химия	6	5		8	8	27	216	216	108.45	80.85	26.7	30			
+	B1.6.16	Физические методы исследования			6	5	5	27	135	135	81.15	53.85		13.5			
+	B1.6.17	История и методология химии		7		4	4	27	108	108	27.15	80.85		13.5			
+	B1.6.18	Высокомолекулярные соединения	7			8	8	27	216	216	121.8	67.5	26.7	15			
+	B1.6.19	Современная химия и химическая безопасность		7		5	5	27	135	135	27.15	107.85		13.5			
+	B1.6.20	Строение вещества	8			4	4	27	108	108	40.8	40.5	26.7	12.25			
+	B1.6.21	Химическая технология	8			4	4	27	108	108	54.3	27	26.7	15			
+	B1.6.22	Химические основы биологических процессов		8		5	5	27	135	135	81.15	53.85		12.25			
+	B1.6.23	Коллоидная химия	8			6	6	27	162	162	108.3	27	26.7	21			
+	B1.6.24	Экономика	9			9	9	27	243	243	54.3	162	26.7	21			
+	B1.6.25	Безопасность жизнедеятельности	9			7	7	27	189	189	40.8	121.5	26.7	10.5			
+	B1.6.26	Физическая культура и спорт		16		2	2	27	54	54	54						
									<b>187</b>	<b>187</b>	<b>3249</b>	<b>5246.7</b>	<b>2088.7</b>	<b>534.6</b>	<b>553</b>	<b>18.75</b>	
<b>Вариативная часть</b>																	
+	B1.6.01	Общая физическая химия	1			4	4	27	108	108	54.3	27	26.7	15			
+	B1.6.02	Линейная алгебра для химиков		1	2	4	4	27	108	108	81.3	26.7		28.5	3.25		
+	B1.6.03	Социально-политическая история для химиков		3		2	2	27	54	54	27.15	26.85		13.5			
+	B1.6.04	Теория вероятностей и математическая статистика в химии	3			3	3	27	81	81	40.8	13.5	26.7	21			
+	B1.6.05	Теория групп в химии		4		3	3	27	81	81	27.15	53.85		11.25			
+	B1.6.06	Информационные технологии в научной деятельности специалистов-химиков		4		4	4	27	108	108	40.65	67.35		21			
+	B1.6.07	Химическая кинетика		6		3	3	27	81	81	27.15	53.85		13.5			
+	B1.6.08	Каталы в химических реакциях	7			3	3	27	81	81	27.3	27	26.7	11.25			
+	B1.6.09	Избранные главы наук о материалах	7			4	4	27	108	108	27.15	80.85		13.5			
+	B1.6.10	Патофизиология для химиков	8			2	2	27	54	54	27.15	26.85		7.5			
+	B1.6.11	Травмоопасные применения химии в производстве		9		6	6	27	162	162	27.15	134.85		7.5			
+	B1.6.12	Экспертные курсы по физической культуре и спорту							246	246	246						

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_XM\_2018\_ астр.часы рк'. код специальности 04.05.01. год начала подготовки 2018

Курс 1																			Курс 2												
Сем. 1									Сем. 2						Сем. 3				Сем. 4												
з.э.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.э.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.э.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль								
7	189	40.5	67.5	40.5	0.3	13.5	26.7	7	189	27	67.5	27	0.3	40.5	26.7	3	81														
2	54			27	0.15	26.85		3	81							3	81		54	0.15	26.85		4	108		54	0.3	27	26.7		
2	54	27			13.5	13.35																									
3	81	27		27	0.15	26.85		5	135	27		27	0.3	54	26.7	3	81	27	27	0.15	26.85		4	108	27	27	0.3	27	26.7		
2	54			27	0.15	26.85		5	135	13.5		27	0.3	67.5	26.7																
2	54	13.5			13.5	13.35		3	81			27	0.15	53.85																	
2	54	27			0.15	26.85																									
3	81	27		13.5	0.15	40.35		5	135	27		13.5	0.15	94.35		4	108	27	27	0.15	53.85		4	108	27	27	0.3	27	26.7		
																5	135	27	40.5	27	0.3	13.2	27								
																5	135	54	27	27	0.3	26.7	27	5	135	54	27	0.15	53.85		
1	27	3		24																											
24	648	165	67.5	186	1.25	201.45	26.7	28	726	94.5	67.5	148.5	1.25	384.05	80.1	20	642	125	40.5	162	1.05	147.45	54	19	513	121.5	148.5	1.2	161.7	80.1	
4	108	27		27	0.3	27	26.7																								
2	54	13.5		27	0.15	13.35		2	54	13.5		27	0.15	13.35		2	54	27		0.15	26.85										
																3	81	27		13.5	0.3	13.5	26.7								
																								3	81	13.5		13.5	0.15	53.85	
																							4	108	27		13.5	0.15	67.35		
24			24					49.5								49.5							49.5					49.5			









План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_астр.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Считать в плане	Индекс	Наименование	Форма контроля			з.е.		Итого астр.часов							
			Экзам.	Зачет	Зачет с.оц.	Экспертное	Факт	Часов в з.е.	Экспертное	По плану	Контакт часы	СР	Конт роль	Интер часы	Элект часы
+	0ТДВ.02	Перевод научно-технической литературы		34		4	4	27	108	108	48.3	59.7			
+	0ТДВ.03	Французский язык		789		3	3	27	81	81	40.95	40.05			
						8	8		216	216	101.4	114.6			
						8	8		216	216	101.4	114.6			

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_астр.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Курс 1														Курс 2																			
Сем. 1							Сем. 2							Сем. 3							Сем. 4												
з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль		
																2	54				24	0.15	29.85			2	54				24	0.15	29.85
								1	27				12	0.15	14.85			24	0.15	29.85			2	54			24	0.15	29.85				
								1	27				12	0.15	14.85			24	0.15	29.85			2	54			24	0.15	29.85				

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_астр.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Курс 3														Курс 4																																		
Сем. 5							Сем. 6							Сем. 7							Сем. 8																											
з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль																	
																1	27			13.5	0.15	13.35										1	27			13.5	0.15	13.35										
																1	27			13.5	0.15	13.35											1	27			13.5	0.15	13.35									
																1	27			13.5	0.15	13.35											1	27			13.5	0.15	13.35									

План Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_астр.часы.рпк', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Курс 5														Закрепленная кафедра				
Сем. 9							Сем. А											
з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек.	Лаб.	Пр.	Атк.	СР	Конт роль	Код	Наименование	Компетенции
1	27			13.5	0.15	13.35										9	Иностранный язык	ОК-7, СПК-7, ПК-7
1	27			13.5	0.15	13.35										61	Высший зимний лагерь РАН	ОК-7, СПК-7, ПК-7
1	27			13.5	0.15	13.35												

Индекс	Содержание	Тип
Вид деятельности:		
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	ОК
Б1.Б.01	Неорганическая химия	
Б1.Б.06	Устойчивое развитие	
Б1.Б.10	Органическая химия	
Б1.Б.13	Кристаллохимия	
Б1.Б.15	Физическая химия	
Б1.Б.17	История и методология химии	
Б1.Б.22	Химические основы биологических процессов	
Б1.Б.23	Коллоидная химия	
Б1.В.01	Общая физическая химия	
Б1.В.07	Химическая кинетика	
Б1.В.08	Катализ в химических реакциях	
Б1.В.10	Психология для химиков	
Б1.В.ДВ.02.01	Реакции и методы органической химии	
Б1.В.ДВ.03.01	Планирование многоступенчатого синтеза новых материалов	
Б1.В.ДВ.03.03	Химия гетероциклических соединений	
Б1.В.ДВ.04.01	Металлорганическая химия	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОК-2	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	ОК
Б1.Б.11	Философия	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОК-3	способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	ОК
Б1.Б.03	История	
Б1.Б.17	История и методология химии	
Б1.В.03	Социально-политическая история для химиков	
Б1.В.ДВ.01.01	Роль личности в истории для химиков	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОК-4	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности	ОК
Б1.Б.24	Экономика	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОК-5	способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности	ОК
Б1.В.11	Правоведение в применении к химическим производствам	

Индекс	Содержание	Тип
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОК-6	готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	ОК
Б1.Б.07	Социология	
Б1.В.11	Правоведение в применении к химическим производствам	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ФТД.В.01	Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях	
ОК-7	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	ОК
Б1.Б.02	Иностранный язык	
Б1.Б.05	Информатика	
Б1.Б.24	Экономика	
Б1.Б.25	Безопасность жизнедеятельности	
Б1.Б.26	Физическая культура и спорт	
Б1.В.10	Психология для химиков	
Б1.В.12	Элективные курсы по физической культуре и спорту	
Б1.В.ДВ.01.02	Русский язык и культура речи для химиков	
Б1.В.ДВ.04.02	Химия окружающей среды	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ФТД.В.02	Перевод научно-технической литературы	
ФТД.В.03	Французский язык	
ОК-8	способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	ОК
Б1.Б.26	Физическая культура и спорт	
Б1.В.12	Элективные курсы по физической культуре и спорту	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОК-9	способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций	ОК
Б1.Б.25	Безопасность жизнедеятельности	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ФТД.В.01	Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях	
ОПК-1	способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	ОПК
Б1.Б.01	Неорганическая химия	
Б1.Б.09	Аналитическая химия	
Б1.Б.10	Органическая химия	
Б1.Б.15	Физическая химия	

Индекс	Содержание	Тип
Б1.Б.16	Физические методы исследования	
Б1.Б.18	Высокомолекулярные соединения	
Б1.Б.20	Строение вещества	
Б1.Б.21	Химическая технология	
Б1.Б.22	Химические основы биологических процессов	
Б1.Б.23	Коллоидная химия	
Б1.В.01	Общая физическая химия	
Б1.В.07	Химическая кинетика	
Б1.В.08	Катализ в химических реакциях	
Б1.В.09	Избранные главы наук о материалах	
Б1.В.ДВ.02.01	Реакции и методы органической химии	
Б1.В.ДВ.02.02	Молекулярный дизайн в материаловедении	
Б1.В.ДВ.03.01	Планирование многоступенчатого синтеза новых материалов	
Б1.В.ДВ.03.02	Специальный органический синтез в материаловедении	
Б1.В.ДВ.03.03	Химия гетероциклических соединений	
Б1.В.ДВ.04.01	Металлорганическая химия	
Б1.В.ДВ.04.02	Химия окружающей среды	
Б1.В.ДВ.04.03	Синтез новых материалов на основе циклических органических соединений	
Б1.В.ДВ.05.01	Молекулярное моделирование новых материалов	
Б1.В.ДВ.05.02	Органические и гибридные материалы для электроники, фотоники и систем преобразования и запасаения энергии	
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б2.В.01(Н)	Научная исследовательская работа	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОПК-2	владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	ОПК
Б1.Б.01	Неорганическая химия	
Б1.Б.09	Аналитическая химия	
Б1.Б.10	Органическая химия	
Б1.Б.15	Физическая химия	
Б1.Б.23	Коллоидная химия	
Б1.В.01	Общая физическая химия	
Б1.В.09	Избранные главы наук о материалах	
Б1.В.ДВ.02.01	Реакции и методы органической химии	

Индекс	Содержание	Тип
Б1.В.ДВ.03.01	Планирование многоступенчатого синтеза новых материалов	
Б1.В.ДВ.03.02	Специальный органический синтез в материаловедении	
Б1.В.ДВ.03.03	Химия гетероциклических соединений	
Б1.В.ДВ.04.01	Металлорганическая химия	
Б1.В.ДВ.04.02	Синтез новых материалов на основе циклических органических соединений	
Б1.В.ДВ.05.02	Органические и гибридные материалы для электроники, фотоники и систем преобразования и запасаения энергии	
Б2.В.01(Н)	Научная исследовательская работа	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОПК-3	способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности	ОПК
Б1.Б.04	Математика	
Б1.Б.08	Физика	
Б1.Б.09	Аналитическая химия	
Б1.Б.12	Вычислительные методы в химии	
Б1.Б.18	Высокомолекулярные соединения	
Б1.В.02	Линейная алгебра для химиков	
Б1.В.04	Теория вероятностей и математическая статистика в химии	
Б1.В.05	Теория групп в химии	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОПК-4	способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК
Б1.Б.05	Информатика	
Б1.Б.08	Физика	
Б1.В.06	Информационные технологии в научной деятельности специалистов-химиков	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОПК-5	способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	ОПК
Б1.Б.06	Устойчивое развитие	
Б1.Б.09	Аналитическая химия	
Б1.Б.13	Кристаллохимия	
Б1.Б.14	Квантовая химия	
Б1.Б.19	Современная химия и химическая безопасность	
Б1.В.06	Информационные технологии в научной деятельности специалистов-химиков	
Б2.Б.01(У)	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков в научно-исследовательской деятельности	
Б2.Б.02(У)	Педагогическая практика	

Индекс	Содержание	Тип
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОПК-6	владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	ОПК
Б1.Б.09	Аналитическая химия	
Б1.Б.14	Квантовая химия	
Б1.Б.19	Современная химия и химическая безопасность	
Б1.Б.22	Химические основы биологических процессов	
Б1.Б.25	Безопасность жизнедеятельности	
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ОПК-7	готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности	ОПК
Б1.Б.02	Иностранный язык	
Б1.В.ДВ.01.02	Русский язык и культура речи для химиков	
Б2.Б.02(У)	Педагогическая практика	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ФТД.В.02	Перевод научно-технической литературы	
ФТД.В.03	Французский язык	
ОПК-8	готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК
Б1.В.10	Психология для химиков	
Б2.Б.02(У)	Педагогическая практика	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
Вид деятельности: научно-исследовательская		
ПК-1	способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	ПК
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б2.В.01(Н)	Научная исследовательская работа	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ПК-2	владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК
Б1.Б.16	Физические методы исследования	
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	

Индекс	Содержание	Тип
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б2.В.01(Н)	Научная исследовательская работа	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ПК-3	владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	ПК
Б1.Б.14	Квантовая химия	
Б1.Б.17	История и методология химии	
Б1.Б.18	Высокомолекулярные соединения	
Б1.Б.19	Современная химия и химическая безопасность	
Б1.Б.20	Строение вещества	
Б1.Б.22	Химические основы биологических процессов	
Б1.В.07	Химическая кинетика	
Б1.В.08	Катализ в химических реакциях	
Б1.В.09	Избранные главы наук о материалах	
Б1.В.ДВ.02.01	Реакции и методы органической химии	
Б1.В.ДВ.02.02	Молекулярный дизайн в материаловедении	
Б1.В.ДВ.03.01	Планирование многоступенчатого синтеза новых материалов	
Б1.В.ДВ.03.02	Специальный органический синтез в материаловедении	
Б1.В.ДВ.03.03	Химия гетероциклических соединений	
Б1.В.ДВ.04.01	Металлорганическая химия	
Б1.В.ДВ.04.03	Синтез новых материалов на основе циклических органических соединений	
Б1.В.ДВ.05.01	Молекулярное моделирование новых материалов	
Б1.В.ДВ.05.02	Органические и гибридные материалы для электроники, фотоники и систем преобразования и запасаения энергии	
Б2.Б.01(У)	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков в научно-исследовательской деятельности	
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б2.В.01(Н)	Научная исследовательская работа	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ПК-4	способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	ПК
Б1.Б.15	Физическая химия	
Б1.Б.23	Коллоидная химия	
Б1.В.01	Общая физическая химия	
Б1.В.02	Линейная алгебра для химиков	
Б1.В.04	Теория вероятностей и математическая статистика в химии	

Индекс	Содержание	Тип
Б1.В.05	Теория групп в химии	
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б2.В.01(Н)	Научная исследовательская работа	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ПК-5	способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	ПК
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б2.В.01(Н)	Научная исследовательская работа	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ПК-6	владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации	ПК
Б1.Б.12	Вычислительные методы в химии	
Б1.Б.16	Физические методы исследования	
Б1.В.06	Информационные технологии в научной деятельности специалистов-химиков	
Б2.Б.01(У)	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков в научно-исследовательской деятельности	
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б2.В.01(Н)	Научная исследовательская работа	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ПК-7	готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати)	ПК
Б1.В.03	Социально-политическая история для химиков	
Б1.В.06	Информационные технологии в научной деятельности специалистов-химиков	
Б1.В.10	Психология для химиков	
Б1.В.11	Правоведение в применении к химическим производствам	
Б1.В.ДВ.01.01	Роль личности в истории для химиков	
Б1.В.ДВ.01.02	Русский язык и культура речи для химиков	
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б2.В.01(Н)	Научная исследовательская работа	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ФТД.В.02	Перевод научно-технической литературы	

Индекс	Содержание	Тип
ФТД.В.03	Французский язык	
Вид деятельности: научно-производственная		
ПК-8	владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	ПК
Б1.Б.21	Химическая технология	
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ПК-9	владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способность проводить оценку возможных рисков	ПК
Б1.Б.06	Устойчивое развитие	
Б1.Б.14	Квантовая химия	
Б1.Б.19	Современная химия и химическая безопасность	
Б1.В.ДВ.04.02	Химия окружающей среды	
Б2.Б.03(П)	Технологическая практика	
Б2.Б.04(Пд)	Преддипломная практика	
Б3.Б.01	Государственная итоговая аттестация	
ФТД.В.01	Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях	





РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.plx', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Индекс	Наименование	Формируемые компетенции
БЗ	Государственная итоговая аттестация	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ОК-8; ОК-9; ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ОК-8; ОК-9
БЗ.Б	Базовая часть	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ОК-8; ОК-9; ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ОК-8; ОК-9
БЗ.Б.01	Государственная итоговая аттестация	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ОК-8; ОК-9; ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ОК-8; ОК-9
ФТД	Факультативы	ОК-6; ОК-7; ОК-9; ОК-7; ПК-7; ПК-9
ФТД.В	Вариативная часть	ОК-6; ОК-7; ОК-9; ОК-7; ПК-7; ПК-9
ФТД.В.01	Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях	ОК-6; ОК-9; ПК-9
ФТД.В.02	Перевод научно-технической литературы	ОК-7; ОК-7; ПК-7
ФТД.В.03	Французский язык	ОК-7; ОК-7; ПК-7

Курс 1 Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.plx', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

№	Индекс	Наименование	Семестр 1											Семестр 2											Итого за курс											Факт.	Семестры
			Акаделические часы											Акаделические часы											Акаделические часы												
			Семестр	Всего	Кон. такт.	Лек.	Лаб.	Пр.	Алт.	СР	Контр. оль	з.е.	Неделя	Семестр	Всего	Кон. такт.	Лек.	Лаб.	Пр.	Алт.	СР	Контр. оль	з.е.	Неделя	Семестр	Всего	Кон. такт.	Лек.	Лаб.	Пр.	Алт.	СР	Контр. оль	з.е.	Неделя		
Итого по факультетам:			1112								30	19,4/6	1182									31	20	2294									61	39,4/6			
Итого по ОП (без факультетов):			1112								30		1182									30		2258								60					
Итого по ОП (с факультетами):			60,7										62,3											62													
Итого по ОП (без факультетов):			28,5										35,0											32,1													
Итого по ОП (с факультетами):			40										27,7											33,9													
Итого по ОП (без факультетов):			40										27,7											33,9													
Итого по ОП (с факультетами):			1,9										3,9											2,9													
ДИСЦИПЛИНЫ			1112	718,4	274	90	352	2,4	322,4	71,2	30	102,3/11,7	1182	552,2	144	90	316	2,2	523	106,8	31	102,3/11,7	2294	1270,6	418	180	608	4,6	345,4	178	61	102,3/11,7					
1	11.0.01	Английский язык	3а	282	188,4	54	90	5,4	0,4	18	35,6	7	3а	282	182,4	36	50	3,6	0,4	5,4	35,6	7	3а(2)	694	369,8	90	180	30	0,8	7,2	11,2	14	4	12			
2	11.0.01	Французский язык	3а	72	36,2			3,6	0,2	35,8	2	3а	108	36,2			3,6	0,2	7,1,8		3	3а(2)	180	72,4			7,2	0,4	107,6		5	9	1234				
3	11.0.01	Алгебра	3а(2)	72	54,2	36		18	0,2	17,8	2	3а(2)	72	54,2	36		18	0,2			2	3а(2)	288	144,6	72		18	0,2	17,8		2	61	1				
4	11.0.04	Математика	3а	108	72,2	36		3,6	0,2	35,8	3	3а(2)	180	72,4	36		3,6	0,4	7,2	35,6	5	3а(2)	288	144,6	72		18	0,6	107,6	35,6	8	61	1234				
5	11.0.04	Математика	3а	72	36,2			3,6	0,2	35,8	2	3а(2)	282	90,6	18		7,2	0,6	128,8	35,6	7	3а(2)	282	90,6	18		7,2	0,6	128,8	35,6	7	55	12				
6	11.0.06	Информационное развитие	3а	72	36,2	18		1,8	0,2	35,8	2	3а	108	36,2			3,6	0,2	7,1,8		3	3а(2)	180	72,4	18		5,4	0,4	107,6		5	57	12				
7	11.0.07	Социология	3а	72	36,2	36		1,8	0,2	35,8	2	3а	72	36,2	36							2	3а	72	36,2	36			0,2	35,8		2	58	1			
8	11.0.08	История	3а	108	54,2	36		1,8	0,2	53,8	3	3а	180	54,2	36		1,8	0,2	125,8		5	3а(2)	288	108,4	72		3,6	0,4	179,6		8	60	1234				
9	11.0.08	Финансовая культура и спорт	3а	86	36	4		3,2			1	3а	86	36	4		3,2					1	3а	86	36	4		3,2				1	20	16			
10	11.0.05	Общая финансовая математика	3а(2)	144	72,4	36		3,6	0,4	3,6	35,6	4	3а(2)	144	72,4	36		3,6	0,4	3,6	35,6	4	3а(2)	144	72,4	36		3,6	0,4	3,6	35,6	4	61	1			
11	11.0.05	Экономическая теория для менеджеров	3а	72	54,2	18		3,6	0,2	17,8	2	3а(2)	72	54,2	18		3,6	0,2	17,8		2	3а(2)	144	108,4	36		7,2	0,4	35,6		4	61	12				
12	11.0.11	Финансовые курсы по Финансовой культуре и спорту		32	32			3,2					66	66			66						3а(2)	86	98			98				20	123496				
13	11.0.01	Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях										3а	86	16,2			1,6	0,2	19,8		1	3а	86	16,2			1,6	0,2	19,8		1	43	2				
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЯ			3а(2) 3а(1) 3а(2)											3а(2) 3а(1) 3а(2)											3а(2) 3а(1) 3а(2)												
ПРАКТИКИ			(план)											(план)											(план)												
СИА			(план)											(план)											(план)												
КАЛИКУЛЫ			2											8											10												





ПРАКТИКИ Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_XM\_2018\_ак.часы.plx', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Название практики	Курс	Сем. курса	Кафедра	+	Продолжительность (неделя)	Студ.	Часов				Трудоёмкость
							на студента	на студента в неделю	на подгруппу	на подгруппу в неделю	
Вид практики: Учебная практика											
Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков в научно-исследовательской деятельности	2	2			2						
			61	+	2						
Вид практики: Производственная практика											
Технологическая практика	4	2			2						
			61	+	2						
Вид практики: Преддипломная практика											
Преддипломная практика	5	2			6						
			61	+	6						
Итого по факту					10						
Итого по плану					10						

КУРСОВЫЕ ПРОЕКТЫ И РАБОТЫ Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_XM\_2018\_ак.часы.plx', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Вид	Курс	Сем	Каф.	Студ.	Замечания
-----	------	-----	------	-------	-----------



СВОДНЫЕ ДАННЫЕ Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.plx', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

	Итого					Курс 1			Курс 2			Курс 3			Курс 4			Курс 5			
	Баз.%	Вар.%	ДВ(от Вар.)%	з.е.			Всего	Сем 1	Сем 2	Всего	Сем 3	Сем 4	Всего	Сем 5	Сем 6	Всего	Сем 7	Сем 8	Всего	Сем 9	Сем А
				Мин.	Макс.	Факт															
Итого (с факультативами)				299	316	308	61	30	31	64	32	32	60	30	30	62	31	31	61	31	30
Итого по ОП (без факультативов)				294	306	300	60	30	30	60	30	30	60	30	30	60	30	30	60	30	30
Дисциплины (модули)	77%	23%	32.1%	243	246	243	60	30	30	55	29	26	55	28	27	51	28	23	22	22	
Базовая часть				186	204	187	52	24	28	39	20	19	44	24	20	36	17	19	16	16	
Вариативная часть				42	57	56	8	6	2	16	9	7	11	4	7	15	11	4	6	6	
Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)	50%	50%	0%	45	51	48				5	1	4	5	2	3	9	2	7	29	8	21
Базовая часть				18	27	24				3		3			3			3	18	2	16
Вариативная часть				24	27	24				2	1	1	5	2	3	6	2	4	11	6	5
Государственная итоговая аттестация				6	9	9													9		9
Базовая часть				6	9	9													9		9
Факультативы				5	10	8	1		1	4	2	2				2	1	1	1	1	
Вариативная часть				5	10	8	1		1	4	2	2				2	1	1	1	1	
Процент ... занятий от аудиторных	лекционных			39.58%																	
	в интерактивной форме			25.9%																	
Учебная нагрузка (акад.час/нед.)	ОП, факультативы (в период ТО)			60.6			-	60.7	63.3	-	64.7	59.1	-	60.6	61.3	-	60.9	55.8	-	60.9	56.4
	ОП, факультативы (в период экз. сессий)			31.6			-	28.5	35.6	-	43.1	35.6	-	42.8	23.8	-	28.6	35.6	-	23.8	
	Конт. раб. (ОП - элект. курсы по физ.к.)			28.4			-	40	27.7	-	34.7	27.6	-	23	29.5	-	23	32.5	-	18	28.3
	Конт. раб. (элект. курсы по физ.к.)			2.1			-	1.9	3.9	-	3.9	3.9	-	3.9	1.9	-			-		
Обязательные формы контроля	ЭКЗАМЕНЫ (Экз)			5			2	3	6	3	3	5	3	2	5	2	3	2	2	2	
	ЗАЧЕТЫ (За)			11			8	3	9	6	3	11	5	6	9	5	4	2	2		
	ЗАЧЕТЫ С ОЦЕНКОЙ (ЗаО)			2			1	1	2		2	1		1		1		3	1	2	

Диплом Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.plx', код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

Вид работы	Каф.	Студ.	Часов на студ./гр.	Трудовые мкость
<b>Консультации по</b>				
Комиссия №1				
	Каф.	Студ.	Часов на студ./гр.	Трудовые мкость
<b>Член комиссии</b>				
<b>Примечания к комиссиям ГЭК</b>				

Комиссия №1			
Каф.	Студ.	Часов на студ./гр.	Трудовое мкость
<b>Член комиссии</b>			
<b>Дежурство</b>			
<b>Примечания к комиссиям ГЭК</b>			

Код	Аббревиатура	Название кафедры
1		Органической химии
2		Физики
3		Физической химии
4		Общей и неорганической химии
5		Аналитической химии
6		Коллоидной химии
7		Квантовой химии
8		Высшей математики
9		Иностранных языков
10		Общей химической технологии
11		Процессов и аппаратов химической технологии
12		Электротехники и электроники
13		Механики
14		Стандартизации и инженерно-компьютерной графики
15		Мембранной технологии
16		Истории и политологии
17		Философии
18		Психологии
19		Русского языка
20		Физического воспитания и спорта
21		Общей технологии силикатов
22		Химической технологии стекла и ситаллов
23		Химической технологии керамики и огнеупоров
24		Химическая технология композиционных и вяжущих материалов
25		Химия высоких энергий и радиозэкологии
26		Технологии редких элементов и наноматериалов на их основе
27		Технологии изотопов и водородной энергетики
28		Наноматериалов и нанотехнологии
29		Технологии неорганических веществ и электрохимических производств
30		Химии и технологии кристаллов
31		Химии и технологии органического синтеза
32		Технологии химико-фармацевтических и косметических средств
33		Химической технологии углеродных материалов
34		Химии и технологии биомедицинских препаратов
35		Технологии основного органического и нефтехимического синтеза
36		Технологии тонкого органического синтеза и химии красителей
37		Экспертизы в допинг- и наркоконтроле
38		Химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий
39		Химической технологии пластических масс
40		Технологии переработки пластмасс
41		Химии и технологии органических соединений азота
42		Химии и технологии высокомолекулярных соединений
43		Техносферной безопасности
44		Кибернетики химико-технологических процессов



## СПИСОК КАФЕДР Учебный план специалитета '04.05.01\_ВХК РАН\_ХМ\_2018\_ак.часы.plx', код специальности 04.05.01, год нача

Код	Аббревиатура	Название кафедры
45		Компьютерно-интегрированных систем в химической технологии
46		Информационных компьютерных технологий
47		Биотехнологии
48		Промышленной экологии
49		Экономической теории
50		Менеджмента и маркетинга
51		Гражданского, авторского и экологического права
52		Криминалистики и уголовного права
53		Государственно-правовых дисциплин
54		Логистики и экономической информатики
55		Информатики и компьютерного проектирования
56		Экологии мегаполисов
57		ЮНЕСКО "Зеленая химия для устойчивого развития"
58		Социологии
59		Инновационных материалов и защиты от коррозии
60		Биоматериалов
61		Высший химический колледж РАН

ДИАГРАММА КУРСОВ Учебный план специальности 04.05.01 «ВКР РАН\_ХМ\_2018\_англ.р.к., код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

з.д.	Распределение з.д. по курсам и семестрам													
	Курс 1		Курс 2		Курс 3			Курс 4		Курс 5		Курс 6		
	Сем 1	Сем 2	Сем 3	Сем 4	Сем 5	Сем 6	Сем 7	Сем 8	Сем 9	Сем 10	Сем 11	Сем 12		
Итого	61		64		60			62		61		61		
Всего	30	31	32	32	30	30	31	31	31	31	30	30		
1														
2			В1.В.02 Иностранный язык [Эк]	3	В1.В.02 Иностранный язык [Эк]	4	В1.В.10 Органическая химия [Эк]	4	В1.В.10 Органическая химия [Эк]	4	В1.В.17 История и методология химии [Эк]	4	В1.В.20 Свойства веществ [Эк]	4
3														
4	В1.В.01 Органическая химия [Эк]	7	В1.В.01 Органическая химия [Эк]	7										
5			В1.В.04 Математика [Эк]	3										
6														
7			В1.В.04 Математика [Эк]	4	В1.В.11 Физикохимия [Эк]	4	В1.В.11 Физикохимия [Эк]	4	В1.В.21 Комплексная химия [Эк]	4			В1.В.24 Языковая [Эк]	9
8														
9	В1.В.02 Иностранный язык [Эк]	2	В1.В.02 Иностранный язык [Эк]	3					В1.В.18 Экспериментальные исследования в органической химии [Эк]	8				
10	В1.В.03 Химия [Эк]	2							В1.В.12 Вычислительные методы в химии [Эк]	3				
11									В1.В.14 Коллоидная химия [Эк]	3				
12														
13	В1.В.04 Математика [Эк]	3	В1.В.04 Математика [Эк]	5					В1.В.15 Полимерная химия [Эк]	4			В1.В.25 Растворимость, вязкоупругость [Эк]	7
14									В1.В.13 Кристаллохимия [Эк]	5				
15	В1.В.05 Информатика [Эк]	2			В1.В.10 Органическая химия [Эк]	5								
16														
17	В1.В.06 Компьютерное моделирование [Эк]	2			В1.В.12 Вычислительные методы в химии [Эк]	3			В1.В.19 Структурная химия и химическая реакционная способность [Эк]	5		В1.В.22 Кинетические основы физической химии [Эк]	5	
18			В1.В.05 Информатика [Эк]	5	В1.В.10 Органическая химия [Эк]	5	В1.В.12 Вычислительные методы в химии [Эк]	3	В1.В.16 Органические электролиты [Эк]	5		В1.В.23 Коллоидная химия [Эк]	6	
19	В1.В.07 Статистика [Эк]	2			В1.В.05 Термодинамика [Эк]	3	В1.В.14 Коллоидная химия [Эк]	4						
20									В1.В.16 Органические электролиты [Эк]	5				
21			В1.В.03 Социально-педагогическая история для химиков [Эк]	2	В1.В.05 Термодинамика [Эк]	3	В1.В.26 Историческая культура и спорт [Эк]	1	В1.В.08 История в химической промышленности [Эк]	3		В1.В.10 Структурная химия [Эк]	2	В1.В.11 Развитие химии в современном мире [Эк]

ДИАГРАММА КУРСОВ Учебный план специальности 04.05.01 «ВКР РАН\_ХМ\_2018\_англ.р.к., код специальности 04.05.01, год начала подготовки 2018

з.д.	Распределение з.д. по курсам и семестрам													
	Курс 1		Курс 2		Курс 3			Курс 4		Курс 5		Курс 6		
	Сем 1	Сем 2	Сем 3	Сем 4	Сем 5	Сем 6	Сем 7	Сем 8	Сем 9	Сем 10	Сем 11	Сем 12		
Итого	61		64		60			62		61		61		
Всего	30	31	32	32	30	30	31	31	31	31	30	30		
22	В1.В.08 Языковая [Эк]	3	В1.В.06 Компьютерное моделирование [Эк]	3										
23			В1.В.04 Термодинамика и статистическая физика [Эк]	2	В1.В.15 Полимерная химия [Эк]	4		В1.В.07 Полимерная физика [Эк]	3	В1.В.09 Экспериментальные методы исследования полимеров [Эк]	4	В1.В.09 Экспериментальные методы исследования полимеров [Эк]	2	
24	В1.В.26 Историческая культура и спорт [Эк]	1			В1.В.06 Информационные технологии в химии [Эк]	4		В1.В.08.01.01 Полимерное материаловедение [Эк]						
25								В1.В.08.01.02 Полимерная физика [Эк]	4	В1.В.03.01.01 Полимерная физика [Эк]	3			
26			В1.В.08 Языковая [Эк]	5				В1.В.08.01.03 Полимерная физика [Эк]	4	В1.В.08.01.01 Металлополимерная химия [Эк]				
27	В1.В.01 Общая физическая химия [Эк]	4			В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	4	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	4	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	4				
28														
29	В1.В.02 Линейная алгебра для химиков [Эк]	2	В1.В.02 Линейная алгебра для химиков [Эк]	2	В1.В.01.01.02 Полимерная физика [Эк]	3		В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	3	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	4			
30					В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	1	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	1	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	2	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	2		
31			В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	1	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	2	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	2	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	1	В1.В.01.01.01 Полимерная физика [Эк]	1		
32														