

**04.03.01 Химия**  
**Очная форма обучения, 2013 год набора**  
**Профиль подготовки**  
**"Неорганическая химия и химия координационных соединений"**

**Аннотации рабочих программ дисциплин**

**Иностранный язык**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Иностранный язык» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.1.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование межкультурной коммуникативной компетенции для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия в бытовой, социально-культурной сферах жизнедеятельности и в области профессионально-ориентированного общения.

**3. Краткое содержание дисциплины**

Student's Life: сведения о себе, семье, друзьях, своей квартире, распорядке дня, хобби; Education: учебное заведение, учебный процесс в вузе, образование в зарубежных вузах, будущая профессия, сферы профессиональной деятельности, ситуации профессионального взаимодействия, резюме; Crosscultural Studies: культура и традиции родной страны и стран изучаемого языка; правила речевого этикета, ситуации повседневного общения.

**4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5).

**5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- особенности произносительной стороны речи: буквы и звуки, их передающие, интонацию вопросительного и отрицательного предложения, перечисления;
- активный лексический минимум для применения в продуктивных видах речевой деятельности (говорении и письме) и дополнительный пассивный лексический минимум для рецептивных видов речевой деятельности (аудирование и письмо) в рамках изученной тематики и при реализации СРС;
- базовые грамматические конструкции, обеспечивающие общение в рамках изученных тем, грамматические структуры пассивного грамматического минимума, необходимые для понимания прочитанных текстов, перевода и построения высказываний по прочитанному;

**уметь:**

- реализовать монологическую речь в речевых ситуациях тем, предусмотренных программой;
- вести односторонний диалог-расспрос, двусторонний диалог-расспрос, с выражением своего мнения, сожаления, удивления;
- понимать на слух учебные тексты, высказывания говорящих в рамках изученных тем повседневного и профессионально-ориентированного общения с общим и полным охватом содержания;
- читать тексты, сообщения, эссе с общим и полным пониманием содержания прочитанного;
- оформлять письменные высказывания в виде сообщений, писем, презентаций, эссе;
- анализировать прослушанный / прочитанный материал с целью выделения основной и второстепенной информации;

- извлекать из текста необходимую информацию;
- синтезировать высказывания на основе изученного материала;

**владеть:**

- изучаемым языком для реализации иноязычного общения с учетом освоенного уровня;
- знаниями о культуре страны изучаемого языка в сравнении с культурой и традициями родного края, страны;
- навыками самостоятельной работы по освоению иностранного языка;
- навыками работы со словарем, иноязычными сайтами, ТСО;
- приемами работы с текстом на основе операций анализа и синтеза;
- способами компиляции высказывания на основе услышанного/прочитанного текста, на основе заданной речевой ситуации.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

8 зачетных единиц (288 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачеты (1, 2 сем.), экзамен (3 сем.).

## **История**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «История» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.2.

**2. Цели освоения дисциплины:**

- сформировать у студентов комплексное представление об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса с акцентом на изучение истории России, ее культурно-историческом своеобразии, месте в мировой и европейской цивилизации для формирования гражданской позиции, патриотизма;
- ввести в круг исторических проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности;
- выработать навыки получения, анализа и обобщения исторической информации.

**3. Краткое содержание дисциплины**

Методология и теория исторической науки. История России – неотъемлемая часть всемирной истории. Природно-географические, геополитические, социокультурные и этнонациональные особенности исторического развития. Древняя Русь. Русские земли в XII–XV вв. Становление и развитие Российского государства (XVI–XVII вв.). Российская империя XVIII в. Россия в XIX в. Мир и Россия в начале XX века. Февральская и Октябрьская революции. Гражданская война и военная интервенция в России. Советская Россия и СССР в 1920-е годы. СССР в 1922–1953 гг. Курс на строительство социализма в одной стране и его последствия. Мировая война. Великая Отечественная война. СССР в послевоенные годы. Советское общество в 1965–1984 гг. Советский Союз в годы перестройки. Становление новой Российской государственности.

**4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2).

**5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- закономерности и этапы исторического процесса, основные события и процессы мировой и отечественной истории;

**уметь:**

- применять понятийно-категориальный аппарат, основные законы гуманитарных и социальных наук в профессиональной деятельности;

- ориентироваться в мировых исторических процессах, анализировать процессы и явления, происходящие в обществе;
- применять методы и средства для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетентности;

**владеть:**

- навыками целостного подхода к анализу проблем общества.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

4 зачетные единицы (144 часа).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.)

## **Философия**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Философия» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.3.

### **2. Цели освоения дисциплины:**

- формирование у студентов представления о специфике философии как способе познания и духовного освоения мира, основных разделах современного философского знания, философских проблемах и методах их исследования;
- овладение базовыми принципами и приемами философского познания;
- выработка навыков работы с оригинальными и адаптированными философскими текстами.

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

#### **Философия, ее смысл, функции и роль в обществе**

Мифология, религия, философия и наука. Специфика философского знания. Содержание понятия «философия» в его историческом, концептуальном и структурном изменении. Философия как особая сфера духовной жизни человека и общества. Философия и наука. Природа философских проблем.

#### **Основные идеи истории мировой философии**

##### ***Философия Древнего Востока***

Возникновение философской мысли, ее культурно-исторические предпосылки. Своеобразие философии в Древней Индии. Веды и Упанишады. Космос и человек. Человек как единство тела, ума и души. Брахман и Атман. Дхарма и карма. Философские школы. Философия Древнего Китая. Конфуцианство и его нравственно-философское учение. Философия Даосизма. Философские школы.

##### ***Античная философия***

Зарождение античной философии как самостоятельной формы сознания. Космоцентризм древнегреческой философии. Натуралистический период в развитии греческой философии. Греко-античные учения о сущем. Классический период в развитии античной философии. Учение о бытии, проблема человека и общества, нравственных и правовых норм. Становление античной диалектики. Софисты, Сократ, сократики и гиппократова медицина. Проблема самосознания. Человеческая субъективность в истолковании Платона. Дуалистическое понимание природы человека. Рассуждения о душе. Аксиологическая позиция Платона. Теория идеального государства. Энциклопедический характер философии Аристотеля. Учение о причинах бытия и познания. Эллинистический период в развитии античной философии. Основные положения физики и этики Эпикура. Стоицизм как философская концепция и образ жизни. Скептицизм как мировоззренческая позиция. Неоплатонизм как выражение кризиса рационального понимания мира и человека.

##### ***Философия Средневековья и Возрождения***

Теоцентризм средневековой культуры. Изменение социальных функций философии. Религиозный характер философской мысли. Период патристики. Учение Аврелия

Августина. Идея Бога как творца всего сущего. Душа и тело, Разум и воля. Учение о свободе воли. Понятие «священной истории». Схоластический период средневековой философии. Фома Аквинский. Обоснование идеи Бога. Проблема разума и веры, сущности и существования. Спор о природе общих понятий – универсалий. Особенности развития философии в Византии. Средневековая философия мусульманского Востока. Авиценна как врач-философ. Культурно- исторические особенности эпохи Возрождения. Антропоцентрический характер философии Возрождения. Гуманизм и проблема человеческой индивидуальности. Гуманистический антропоцентризм и его философская сущность. Натурфилософия Возрождения. Пантеизм, Возвращение к первоначальному смыслу диалектики. Основные идеи Н. Кузанского, Дж. Бруно. Гелиоцентризм и учение о бесконечности Вселенной Н. Коперника. Парацельс и магическое понимание природы мира и человека.

### ***Западноевропейская классическая философия***

Формирование научной картины мира. Критика религии, догматизма, средневековой схоластики. Научная революция XVII века (И. Ньютон). Проблема метода познания в философии. Эмпиризм Ф. Бэкона. Рационализм Р. Декарта. Создание механико-материалистической картины природы. Понятие субстанции в философии XVII–XVIII вв. Б. Паскаль: опыт трагического бытия. Характерные черты европейского Просвещения. Проблема человека в философии Просвещения. Страсти и разум. «Частный интерес» и «общая справедливость». Французский материализм и его трактовка человека и общества. Особенности немецкого Просвещения. Немецкая классическая философия: поиски компромисса между верой и разумом. Философские позиции И. Канта. Идея создания новой науки о человеке – философской антропологии. Этика Канта. Философская концепция Гегеля. «Феноменология духа». Идеалистическая диалектика. Антропологический материализм Л. Фейербаха и гуманизм.

### ***Современная западная философия***

Основные направления европейской философии XX столетия. Критика классического рационализма. Утверждение нового миропонимания. С. Кьеркегор и его взгляды. Волюнтаризм А. Шопенгауэра и Ф. Ницше. Ницше как родоначальник философии жизни. Концепция творческой «эволюции» и антиинтеллектуальный интуитивизм А. Бергсона. Морфология культуры О. Шпенглера. Основные черты современной исторической ситуации. Феноменология Э. Гуссерля. Экзистенциализм как особый тип философствования. Основные представители экзистенциализма: М. Хайдеггер, К. Ясперс, Ж.П. Сартр, А. Камю. Философская антропология М. Шелера, К. Гелена, Г. Плеснера. Попытка целостного анализа человеческого бытия. Психоаналитическая антропология З. Фрейда. Основные идеи представителей неотрейдизма. Религиозная философия XX века. Неотомизм, христианский эволюционизм, персонализм. Современная антропософия и теософия. Гуманистические идеи XX столетия. Кризисный характер европейской культуры XX столетия. Этика «благоговения перед жизнью» А. Швейцера.

### ***Русская философия***

Общая характеристика развития философии в XIX веке. Славянофильство и западничество. Религиозная философия конца XIX в. В.С. Соловьев и его школа. Материализм, нигилизм, позитивизм второй половины XIX в. Марксизм. Философия в советский и постсоветский период. Философия русского зарубежья: Н.А. Бердяев. Специфика русской философии, ее характерные черты и особенности. Этика жизни и традиции русской философии.

### ***Учение о бытии, сознании и познании***

#### ***Бытие как центральная категория в философии***

Концепция бытия – фундамент философской картины мира. Бытие человека. Основы философской антропологии. Бытие как объект онтологии. Онтология, её предмет и исторические трактовки. Понятие бытия в различных философских учениях. Бытие как совокупная реальность. Понятие субстанции. Онтологический аргумент и его

мировоззренческий смысл. Основные формы бытия. Бытие человека. Идея единства природы и человека. Феномен человека и его различные трактовки. Проблема возникновения человека. Человек в его родовых функциях. Сущностные характеристики человека. Единство телесного и духовного, биологического и социального в человеке. Проблема жизни и смерти в духовном опыте человека. Проблема смысла человеческого существования. Человек как предмет познания.

#### ***Философские проблемы анализа сознания***

Сознание как сущностное свойство человека. Проблема сознания в науке и философии. Происхождение и сущность сознания. Эволюция форм отражения в неживой и живой природе. Структура сознания. Отражение и психика. Сущностные ступени психического развития. Соотношение сознания и подсознания, сознательного и бессознательного. Историческая трансформация представлений о душе и духе. Материальное и идеальное. Проблема идеального. Язык и мышление. Знак и символ. Абстрагирование, целеполагание и саморегуляция как основные функции сознания. Оценочно-познавательная и творческая активность сознания. Сознание и самосознание. Индивидуальное и общественное сознание. Структура общественного сознания. Самосознание как условие становления личности.

#### ***Философские концепции познания. Философия науки***

Сущность, структура и функции познавательной деятельности. Условия возможности и предпосылки познания. Виды, формы и ступени познания. Соотношение чувственных и рациональных форм познания. Субъект и объект познания. Диалектика субъективного и объективного, абстрактного и конкретного в познании. Проблема истины. Истина и заблуждение. Критерии истины. Теоретическое познание. Основные гносеологические концепции. Системность теоретического знания. Проблема аргументации и доказательства в науке. Специализация и интеграция научного знания. Специфика и взаимосвязь естественных и социогуманитарных наук. Познание и нравственность. Место и роль науки в культуре человека и общества. Основные проблемы философии науки.

#### ***Духовная и социальная жизнь человека***

##### ***Введение в социальную философию. Понятие общества***

Социальная философия. Природа социального. Сознание и деятельность как неотъемлемые свойства человека. Деятельность людей – основа всего социального и специфический способ его существования. Объективная и субъективная стороны общественного бытия людей. Проблема материального и идеального в обществе. Индивидуальное и общественное сознание, их формы. Общественные отношения в обществе. Основные сферы жизнедеятельности общества: экономическая, социальная, политическая и духовная. Социальная структура общества. Политическая система общества. Государство как механизм политического управления обществом. Государство и общество. Власть как общественный институт. Духовная жизнь общества. Культура и цивилизация. Образование как социальный институт, способный «снять» противоречие между природным и социальным, культурой и цивилизацией.

##### ***Функционирование и развитие общества***

Исторические типы общества. Понятие «общество» в истории философии. Общество как целостная система. Органические теории целостности общества. Социология, ее роль в изучении общественной системы. Понятие исторического процесса. Этапы развития человечества. Методологический подход к изучению типизации исторического процесса. Основные исторические типы обществ. Индустриальное общество. Постиндустриальное общество. Теория конвергенции. Понятие цивилизационного подхода. Естественные факторы общественного развития, их влияние на экономическую, политическую, идеологическую, культурную и другие формы деятельности общества. Проблема детерминации в материалистическом понимании истории. Понятие технологической детерминации и созданные на его основе концепции. Духовность как фактор

общественного развития. Понятие необходимости и случайности в истории. Единство и многообразие развития общества. Необходимость и свобода. Возможность вариантности человеческой истории. Формы проявления исторического процесса. Факторы многообразия исторического процесса. Проблема объективации и субъективации человека в обществе. Понятия «революция» и «реформа». Промышленная революция. Социальная революция. Научно-техническая революция. Революция и реформа как основные пути исторического развития. Роль насилия в социальной революции. Социальное бытие культуры. Культура и цивилизация. Жизненный цикл цивилизации и механизмы развития. Движущие силы развития цивилизации. Формационная и цивилизационная концепции развития общества.

#### ***Человек в мире культуры***

Многообразие определений культуры. Обыденное понятие культуры. Философское понятие культуры. Культурология и философия культуры. Культура и цивилизация. Культура как мир человека. Человек как творец культуры. Сущность культурной деятельности. Духовные ценности как основа культуры. Взаимодействие материальных и духовных составляющих культуры. Внутренняя и внешняя детерминация культуры. Социальные функции культуры.

#### ***Философская теория ценностей***

Понятие ценности, ценностных отношений, ценностной ориентации. Ценность как социальное явление, ее место и роль в общественном прогрессе. Методологические принципы построения современной аксиологической теории. Ценностное отношение в архитектонике деятельности и культуры: строение человеческой деятельности, ценность и истина, ценность и полезность, ценность и цель. Иерархия ценностей как динамическая структура. Концепции ценностей: натуралистический психологизм, аксиологический трансцендентализм, персоналистический онтологизм, социологическая. Ценности человека и ценности общества, их соотношение. Человеческая жизнь как абсолютная ценность. Труд, познание, общение, дружба, любовь, семья как ценности человеческого бытия. Биоэтика.

#### ***Философия человека***

Предмет философской антропологии. Человек в позиции цели общественного развития. Основные традиции рассмотрения проблемы человека в истории философской мысли. Человек как субъект предметно-практической деятельности. Единство природно-биологического и социального в человеке. Личность и общество. Основные экзистенции человеческого существования (страх, смерть и др.).

#### ***Сущность и структура морали***

Культура и нравственность. Этика и мораль. Классификация этических теорий. Моральные ценности. Специфика морального сознания. Природа и структура морального сознания. Моральная норма. Моральные качества. Кодекс норм. Моральный идеал. Моральные принципы. Понятие справедливости. Понятия смысла жизни и назначения человека. Долг. Ответственность. Гордость честь, достоинство. Совесть.

#### ***Глобализация и глобальные проблемы современности***

Проблема определения глобализации. Глобализация в экономике, политике, культуре. Глобализация и глобализм. Глобальные проблемы XX века: между угрозой самоуничтожения мирового сообщества и прорывом к новым рубежам цивилизации. Научный статус глобальных проблем современности. Различные подходы к глобальным проблемам. «Римский клуб» и проблемы глобального моделирования. Проблема глобальных катастроф. Концепции экологического пессимизма, научно-технического оптимизма. Теории «предела роста» (Дж. Форрестер), «органического роста» (Д. Медоуз, М. Месарович). Сущность и типология глобальных проблем.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

- способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).

### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- традиционные и современные проблемы философии и методы философского исследования;

#### **уметь:**

- классифицировать и систематизировать направления философской мысли, излагать учебный материал с использованием философских категорий и принципов;

#### **владеть:**

- основами философских знаний, философскими и общенаучными методами исследования.

### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

4 зачетные единицы (144 часа).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.)

## **Экономика**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Экономика» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.4.

### **2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование у студентов необходимого уровня теоретических знаний и основ экономической науки, позволяющих адекватно оценивать и эффективно реализовывать возникшие экономические отношения при осуществлении профессиональной деятельности.

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

#### **Введение в экономическую теорию**

Значение экономической теории. Исторический процесс становления экономической науки, формирование основных направлений экономической теории. Микро- и макроэкономика. Экономические блага и их классификация, взаимодополняемость и взаимозамещение благ. Субъекты экономики. Факторы производства (экономические ресурсы). Фундаментальные вопросы экономики. Экономический выбор. Производственные возможности и альтернативные издержки (затраты). Кривая производственных возможностей. Производственная функция.

#### **Микроэкономика**

Понятие рынка. Особенности и виды рыночных сделок. Функции и типы рынка. Основы теории спроса и предложения. Равновесная цена, равновесный объем. Теория эластичности. Теория потребительского поведения. Производство и факторы производства. Производственная функция. Равновесие производителя. Закон убывающей предельной производительности. Эффект масштаба. Экономическая природа фирмы. Предприятие. Классификация предприятий. Выручка и прибыль. Принцип максимизации прибыли. Экономическая и бухгалтерская прибыли. Нормальная прибыль. Виды и анализ издержек производства. Оптимальная комбинация используемых ресурсов. Принцип минимума издержек и равновесие фирмы. Классификация рыночных структур. Совершенная конкуренция: признаки, достоинства и недостатки. Предложение товаров и услуг совершенно конкурентной фирмой и отрасли. Эффективность конкурентного рынка. Рыночная власть и ее измерение. Чистая монополия. Экономическая и административная монополия. Особенности формирования спроса на факторы производства. Факторы, определяющие эластичность спроса на ресурс. Экономическая

рента. Рыночный спрос и предложение труда на рынке. Индивидуальное и рыночное предложение труда. Заработная плата и занятость. Минимальная ставка заработной платы. Ссудный капитал и ссудный процент. Спрос на инвестиции в краткосрочном периоде. Предельная норма окупаемости инвестиций. Спрос на инвестиции в долгосрочном периоде. Дисконтированная стоимость. Особенности земли как фактора производства. Рынок земли: взаимодействие спроса и предложения. Экономическая (абсолютная) рента и ее виды. Цена земли. Арендная плата.

### **Макроэкономика**

Национальная экономика. Кругооборот доходов и продуктов. Понятие макроэкономики и основные макроэкономические показатели: объем национального производства, уровень цен, норма безработицы, темпы экономического роста. Валовый национальный продукт: содержание, принципы и методы счета. Валовый внутренний продукт. Взаимосвязь основных показателей системы национальных счетов. Чистый национальный продукт, национальный доход, личный доход и личный располагаемый доход как показатели системы национальных счетов. Национальное богатство. Потенциальный и фактический валовый национальный продукт. Номинальный и реальный ВВП. Дефлятор ВВП. Индекс цен и индекс потребительских цен как показатели инфляции. Макроэкономическое равновесие. Модель совокупного спроса и предложения. Совокупный спрос AD: понятие, структура, факторы. Совокупное предложение AS: классический, неоклассический и кейнсианский подходы. Факторы, воздействующие на совокупное предложение. Шоки совокупного спроса и совокупного предложения. Равновесие в модели AD–AS. Теоретическое и практическое значение модели AD–AS. Макроэкономическая нестабильность. Понятие цикла. Причины циклического развития общественного производства. Теория длинных волн Н. Д. Кондратьева. Деловой цикл. Понятие занятости и безработицы. Фрикционная, структурная, институциональная и циклическая безработица. Естественная безработица. Экономические издержки безработицы. Закон Оукена. Понятие инфляции. Классификация инфляции. Экономические последствия инфляции. Антиинфляционная политика.

### **Мировая экономика**

Открытая экономика и мировое хозяйство. Объективные основы формирования и развития мирового хозяйства. Теории международной торговли. Экономическая политика в открытой экономике. Внешняя торговля и торговая политика. Платежный баланс страны и обменный курс валют. Формы международных расчетов.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
- способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент должен:

##### **знать:**

- основные понятия экономики, основы экономических отношений и экономических систем;

##### **уметь:**

- анализировать экономические проблемы и общественные процессы;

##### **владеть:**

- навыками использования экономических знаний при осуществлении профессиональной деятельности

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (6 сем.).



## Математика

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математика» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.5.

### 2. Цели освоения дисциплины:

- формирование у студентов основных представлений и понятий фундаментального математического образования, знаний основных разделов современного математического анализа и основ линейной алгебры;
- овладение базовыми принципами и приемами дифференциального и интегрального исчисления; выработка навыков решения практических задач.

### 3. Краткое содержание дисциплины

Элементы линейной алгебры. Векторная алгебра. Координаты на плоскости и в пространстве. Преобразование координат, ориентированные площади и объемы. Прямые и плоскости. Элементарная теория кривых второго порядка. Элементарная теория поверхностей второго порядка. Функции и способы заданий. Дифференциальное исчисление. Интегральное исчисление. Функции многих переменных.

### 4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3).

### 5. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- определения, теоремы, подходы к решению задач из основных разделов высшей математики;
- основные математические функции и их свойства;
- методы дифференциального и интегрального исчисления;
- методы и инструменты линейной алгебры;

#### **уметь:**

- строго формулировать утверждения и доказывать теоремы;
- определять алгоритмы и правила для выполнения численных расчетов;
- анализировать конечный результат и эффективность реализуемых методов;

#### **владеть:**

- математическим аппаратом и применять его для точных и приближенных (оценочных) вычислений;
- навыками практического использования базовых знаний и методов математики.

### 6. Общая трудоемкость дисциплины:

18 зачетных единиц (648 часов).

### 7. Форма контроля:

Промежуточная аттестация – зачеты (2, 3 сем.), экзамены (1, 4 сем.).

## Информатика

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Информатика» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.6.

### 2. Цель освоения дисциплины:

- воспитание у студентов информационной культуры, формирование отчетливого представления о роли этой науки и знаний о современных информационных технологиях.

### 3. Краткое содержание дисциплины

**Информация, информационные технологии**

Понятие информации. Свойства информации. Виды информации. Объем и количество информации. Формы представления и передачи информации. Предмет информатики. Информационные технологии, этапы их развития и классификация. Эволюция компьютерной техники.

### **Способы представления информации**

Системы счисления. Код, кодирование и декодирование информации. Коды для представления чисел, символов и изображений, аудио- и видео- информации. Системный подход в моделировании систем. Типы информационных моделей. Формы представления информационных моделей.

### **Хранение и обработка информации**

Архивация. Виды архивации. Методы сжатия информации. История развития средств вычислительной техники (ВТ). Поколения ЭВМ и их основные характеристики. Классификация современных средств ВТ. Основные блоки ПК и их назначение. Периферийные устройства и их характеристики. Запоминающие устройства и их характеристики.

### **Технические средства реализации информационных процессов**

Элементы и структура основной памяти компьютера. Внешние запоминающие устройства. Центральный процессор. Методы минимизации логических схем. Арифметические и логические команды. Взаимодействие с другими устройствами. Другие типы архитектуры компьютеров.

### **Программное обеспечение**

Обзор программного обеспечения. Операционные системы. Эволюция операционных систем. Ввод-вывод и файловая система. Логическая и физическая организация файловой системы. Файловые операции. Прикладное программное обеспечение. Классификация программного обеспечения. Пакеты прикладных программ. Основы использования прикладных программ общего назначения: текстовых редакторов, электронных таблиц, систем управления базами данных (СУБД), графических редакторов, пакеты стандартных программ офисного назначения.

### **Модели решения функциональных и вычислительных задач**

Основные понятия. Моделирование как метод познания. Классификация видов моделирования. Математические модели. Построение математической модели. Информационные модели. Назначение и виды информационных моделей. Основные этапы компьютерного моделирования.

### **Компьютерные сети. Основы защиты информации**

Определение компьютерной сети и основные требования, предъявляемые к сетям. Классификация сетей. Модель взаимодействия открытых систем. Сетевые протоколы. Адресация в компьютерных сетях. Безопасность. Сетевое оборудование и линии связи. Сообщество «Интернет». Поиск и публикация информации в Интернете. Сетевое общение.

Информационная структура Российской Федерации. Информационная безопасность (ИБ) и ее составляющие. Угрозы безопасности информации и их классификация. Основные виды защищаемой информации. Проблемы ИБ в мировом сообществе. Законодательные и иные правовые акты РФ, регулирующие правовые отношения в сфере ИБ и защиты государственной тайны. Система органов обеспечения ИБ в РФ. Административно-правовая и уголовная ответственность в информационной сфере. Защита от несанкционированного вмешательства в информационные процессы.

### **Алгоритмы и алгоритмизация**

Понятие алгоритма. Представление алгоритма. Создание алгоритма. Итерационные и рекурсивные структуры. Эффективность и правильность алгоритма. Простейший язык программирования. Машины Тьюринга и Поста. Вычислимые и невычислимые функции. Алгоритмическая сложность задач.

## **Языки программирования**

Исторический обзор. Концепции традиционного программирования. Структуры данных. Массивы. Списки. Стеки. Очереди. Древовидные структуры. Процедуры и функции. Реализация языка. Объектно-ориентированное программирование. Программирование параллельных процессов. Декларативное программирование. Элементы программирования на алгоритмическом языке высокого уровня.

### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способность к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5);
- способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий (ПК-5);
- владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6).

### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- основные сведения о дискретных структурах, используемых в персональных компьютерах;
- основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач;
- один из языков программирования;
- структуру локальных и глобальных компьютерных сетей;

#### **уметь:**

- применять математические методы при решении профессиональных задач повышенной сложности;
- работать в качестве пользователя персонального компьютера;
- использовать внешние носители информации для обмена данными между машинами;
- создавать резервные копии архивы данных и программ, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, работать с программными средствами общего назначения;

#### **владеть:**

- методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов;
- методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях;
- техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты.

### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

5 зачетных единиц (180 часов).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (2 сем.).

## **Физика**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физика» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.7.

## **2. Цели освоения дисциплины:**

- получение студентами основополагающих представлений о фундаментальном строении материи и физических принципах, лежащих в основе современной естественнонаучной картины мира;
- формирование у студентов современного естественнонаучного мировоззрения, развитие научного мышления и расширение их научно-технического кругозора.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

### **Механика**

#### ***Кинематика***

Предмет и методы механики. Краткий исторический обзор развития механики.

Радиус-вектор материальной точки. Кинематические уравнения движения материальной точки. Траектория материальной точки. Вектор перемещения. Скорость. Ускорение. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорения.

#### ***Динамика материальной точки. Всемирное тяготение***

Первый закон Ньютона. Понятие о силе. Масса. Второй закон Ньютона. Принцип независимости действия сил. Третий закон Ньютона. Преобразование координат Галилея и механический принцип относительности. Основное уравнение динамики поступательного движения материальной точки. Импульс материальной точки. Центр инерции системы.

#### ***Энергия и работа***

Основные понятия об энергии механической системы. Работа. Консервативные силы. Условие потенциальности силового поля. Мощность. Виды энергии. Закон сохранения и превращения энергии.

#### ***Динамика вращательного движения твердого тела***

Второй закон Ньютона для вращательного движения и его анализ. Момент импульса материальной точки и твердого тела. Основное уравнение динамики вращательного движения. Закон сохранения момента количества движения. Гироскоп. Гироскопический эффект. Кинетическая энергия вращающегося тела. Работа внешних сил при вращении твердого тела.

#### ***Специальная теория относительности***

Преобразования Лоренца. Одновременность событий в разных системах отсчета. Длина тел в разных системах. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистский импульс.

#### ***Колебания и волны***

Основные понятия и определения. Колебания под действием упругой силы (пружинный маятник). Энергия колеблющегося тела. Основное уравнение гармонических свободных колебаний. Математический и физический маятники. Сложение механических колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Механические волны. Распространение волн в упругой среде. Волновое уравнение. Энергия волны. Объемная плотность энергии волны. Плотность потока энергии. Вектор Умова. Стоячие волны.

#### ***Молекулярная физика и основы термодинамики***

##### ***Основы термодинамики***

Основы термодинамики. Термодинамический и молекулярно-кинетический метод исследования явлений природы. Термодинамическое состояние тела. Внутренняя энергия. Работа газа. Первый закон (начало) термодинамики. Основные понятия о теплоемкости вещества. Изохорический процесс. Изобарический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Приведенная теплота. Равенство (неравенство) Клаузиуса. Теорема Клаузиуса. Энтропия. Свойства энтропии. Физический смысл энтропии.

##### ***Основы молекулярно-кинетической теории газов***

Введение. Основное уравнение МКТ идеальных газов. Температура. Распределение энергии по степеням свободы молекулы. Внутренняя энергия идеального газа.

***Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкостей. Определение скорости звука методом стоячих волн. Статистические распределения***

Распределение молекул по скоростям. Закон распределения молекул идеального газа во внешнем силовом поле. Распределение давления по высоте. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Явления переноса. Диффузия. Теплопроводность. Внутреннее трение.

***Определение коэффициента внутреннего трения жидкости. Реальные газы***

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Влажность воздуха. Поверхностное натяжение. смачивание и несмачивание. Капиллярные явления. Формула Лапласа.

**Электричество и магнетизм**

***Основные законы и характеристики электрического поля в вакууме***

Потенциальность электрического поля. Электрическое поле в диэлектриках. Проводники в электрическом поле. Энергия системы заряженных тел. Законы постоянного тока. Теорема Гаусса для диэлектриков. Вектор электрической индукции. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Сегнетоэлектрики. Граничные условия для электрического поля.

***Магнитное поле***

Магнитное поле в вакууме. Энергия и силы в магнитном поле. Магнитное поле в веществе. Электромагнитная индукция. Основы теории Максвелла. Энергия электромагнитного поля. Электромагнитные колебания и волны.

**Оптика**

Геометрическая оптика. Свет. Законы геометрической оптики. Линзы. Зеркала. Оптические приборы. Глаз как оптическая система. Волновая оптика. Интерференция света. Дифракция света. Взаимодействие света с веществом.

**Физика атомов и атомных явлений**

Микромир. Основные этапы развития микромира. Современные представления об атоме, Порядки физических величин в физике микромира. Волны и кванты. Тепловое излучение. Формула Планка. Фотоны. Энергия и импульс фотонов. Законы теплового излучения. Частицы и волны. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Волновой пакет. Соотношение неопределенностей. Уравнение Шредингера. Одноэлектронный атом. Атомные спектры. Серийные закономерности в линейчатых спектрах атомов. Опыты Резерфорда. Модель атома Резерфорда-Бора. Уровни энергии атома водорода. Уравнение Шредингера для атома водорода. Стационарные состояния. Энергетический спектр. Многоэлектронные атомы. Статистические распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Бозоны и фермионы. Неразличимость одинаковых микрочастиц. Принцип Паули. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Заполнение электронных оболочек. Периодический закон Д.И. Менделеева. Учет взаимодействия электронов в многоэлектронных атомах. Метод Хартри-Фока. Векторная модель атома. Правило Хунда. Электромагнитные переходы в атомах. Спин-орбитальное взаимодействие в атомах. Мультиплетность энергетических уровней и линий излучения. Правила отбора. Спонтанные и вынужденные переходы. Времена жизни атомов в возбужденных состояниях. Интенсивность спектральных линий. Систематика спектральных термов и спектры многоэлектронных атомов. Уровни энергии и спектры атомов щелочных металлов. Схема уровней энергии щелочноземельных атомов. Рентгеновские спектры. Характеристичность рентгеновских спектров и их особенности. Закон Мозли. Дублетный характер рентгеновских спектров. Эффект Оже. Молекула. Химическая связь. Ионные радиусы. Гетерополярные и гомеополярные молекулы. Адиабатическое приближение. Разделение движения молекулы на электронное, колебательное и вращательное. Вращательно-колебательные спектры. Электронно-колебательно-вращательные спектры двухатомных молекул. Правила отбора для молекулярных спектров. Принцип Франко-Кондона. Преддиссоциация. Сплошные спектры двухатомных молекул. Многоатомные молекулы. Симметрия молекул. Колебательный

спектр многоатомных молекул. Комбинационное рассеяние света. Макроскопические квантовые явления.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- фундаментальные разделы физики: механику, молекулярную физику и основы термодинамики, электричество и магнетизм, оптику, физику атомов и атомных явлений;

##### **уметь:**

- использовать теоретические знания по физике для объяснения результатов химических экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач;

##### **владеть:**

- навыками физических исследований.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

13 зачетных единиц (468 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (3 сем.), экзамены (2, 4 сем.).

### **Неорганическая химия**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Неорганическая химия» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.8.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование у студентов химического мировоззрения, овладение ими теоретическими основами неорганической химии и приобретение необходимого минимума химических знаний и навыков работы с веществом.

Теоретические аспекты, в основном, рассматриваются на базе курса «Физическая химия: введение», изучаемого студентами в первом семестре, поэтому разделы «Основы химической термодинамики», «Скорость химической реакции», «Строение атома», «Основные типы химической связи» рассматриваются на первых лекционных занятиях кратко и позже детализируются при изучении химии элементов.

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

##### **Введение в неорганическую химию**

Химия как система знаний о веществах и их превращениях. Предмет и задачи химии. Неорганическая химия как одна из основных составляющих химической науки. Теория и эксперимент в химии. Основные этапы развития химии. Современное состояние неорганической химии, ее проблемы и значение для развития производства.

##### **Номенклатура неорганических соединений**

История развития. Национальные комиссии ИЮПАК и создание правильной систематизированной номенклатуры. Три типа правил. Химический алфавит. Номенклатура бинарных соединений, кислородсодержащих кислот и солей, комплексных соединений.

##### **Теоретические основы**

Основы химической термодинамики. Первый и второй законы, система, внутренняя энергия энтальпия, энтропия, равновесие. Растворы, фазовые равновесия, правило фаз Гиббса. Основные понятия о кислотно-основном равновесии. Окислительно-

восстановительные реакции. Электродный потенциал. Основные формы представления стандартных электродных потенциалов: таблицы, диаграммы Латимера, диаграммы Фроста. Уравнение Нернста. Электролиз.

Скорость химической реакции. Энергия активации.

Строение атома. Волновая функция, квантовые числа. Атомные орбитали. Принцип Паули. Химический элемент.

Периодический закон и Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Исторические предпосылки открытия Периодического закона. Приоритет Д.И. Менделеева. Современная формулировка Периодического закона и его интерпретация. Порядок заполнения атомных электронных орбиталей – основа структуры Периодической системы. Структура Периодической системы. Закономерности изменения фундаментальных свойств атомов. Явление поляризации. Правила Фаянса. Диагональное сходство элементов в Периодической системе. Периодический закон Д.И. Менделеева как основа развития неорганической химии, его философское значение. Перспективы развития Периодической системы.

Основные типы химической связи. Основные понятия о методах валентных связей и молекулярных орбиталей.

Комплексные (координационные) соединения. Основные понятия. А. Вернер – создатель первой теории строения комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений. Строение комплексных соединений. Строение комплексных соединений с позиций метода валентных связей. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Гибридизация орбиталей центрального атома при образовании комплексов. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Использование ТКП для объяснения магнитных и спектральных свойств комплексов. Спектрохимический ряд лигандов. Энергия стабилизации кристаллическим полем и ее влияние на свойства комплексных соединений. Представление о теории поля лигандов (ТПЛ). Сравнение возможностей метода валентных связей, теории кристаллического поля и теории поля лигандов в описании строения комплексных соединений.

Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений. Константы устойчивости. Основные типы реакций с участием КС.

Конденсированное состояние вещества. Основные понятия кристаллохимии. Основные типы кристаллических структур простых веществ. Простейшие структуры бинарных соединений. Закономерности в изменении свойств твердых веществ с ионным типом связи. Введение в электронное строение кристаллов (зонная модель). Понятия о зонах: валентной, проводимости и запрещенной. Электропроводность. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Молекулярные кристаллы. Кластеры. Ультрадисперсные системы, наночастицы. Стеклообразное состояние.

## **Химия элементов**

### **Химия непереходных элементов**

#### ***Водород***

Общая характеристика (общая характеристика элемента или группы элементов включает: положение в Периодической системе, электронные конфигурации атомов, молекул или ионов, радиусы атомов и ионов, электроотрицательность, потенциал ионизации, сродство к электрону, степени окисления, закономерности изменения этих характеристик в группе элементов, характер химических связей в соединениях, основные сырьевые источники, способы получения, области применения, изотопы).

Проблема размещения водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Атомарный и молекулярный водород. Способы активации молекулярного водорода. Валентные состояния водорода. Ион  $H^+$  и формы его существования в конденсированных средах. Протонные кислоты. Общая характеристика, классификация, сила кислот. Гидрид-ион. Классификация, свойства, применение гидридов. Гидридные комплексы.

## **Галогены**

Общая характеристика.

Простые вещества: характер химической связи, химические свойства, изменение окислительной активности, методы получения в лаборатории и промышленности, применение. Влияние изменения межмолекулярного взаимодействия по ряду фтор – иод на агрегатное состояние галогенов. Галогеноводороды, их физические и химические свойства, способы получения. Изменение в ряду HF–HI прочности и типа связи водород – галоген, термической устойчивости и восстановительных свойств галогеноводородов. Галогеноводородные кислоты. Изменение силы галогеноводородных кислот в ряду HF–HI. Соляная кислота как одна из важнейших минеральных кислот, ее свойства, получение и применение. Плавиковая кислота, особенности ее строения, применение. Техника безопасности при работе с фтороводородом и его растворами. Галогениды. Общая характеристика, классификация, свойства. Стехиометрия, номенклатура, строение и реакционная способность кислородных соединений галогенов. Вторичная периодичность в изменении устойчивости кислородных соединений галогенов. Растворимость галогенов в воде и щелочах, условия смещения равновесия. Важнейшие кислородные соединения: оксиды, кислоты, соли, их свойства и применение. Кислородные соединения фтора.

## **Кислород**

Общая характеристика. Роль кислорода в протекании биологических и минеральных процессов на Земле. Строение молекулы O<sub>2</sub> с позиций методов ВС и МО. Парамагнетизм молекулярного кислорода. Строение ионов O<sub>2</sub><sup>+</sup>, O<sub>2</sub><sup>-</sup> и O<sub>2</sub><sup>2-</sup> (метод МО). Аллотропия. Сравнение свойств кислорода и озона.

Важнейшие соединения кислорода. Классификация оксидов по типу химической связи и кислотно-основным свойствам. Оксиды ионные, ковалентные и с промежуточным типом связи. Оксиды кислотные, основные, амфотерные, несолеобразующие. Оксиды элементов-металлов с переменной степенью окисления. Вода: особенности строения, свойства, диаграмма фазовых равновесий. Гидраты и клатраты. Пероксид водорода: строение молекулы, свойства, способы получения. Пероксиды и супероксиды. Пероксокислоты и их соли: строение, получение, свойства.

## **Подгруппа серы**

Общая характеристика.

Сера. Свойства элементарной серы. Аллотропия, цепочечные и циклические структуры. Сероводород и сульфаны, сульфиды, полисульфиды. Стехиометрия кислородных кислот серы и ее формальные степени окисления в них. Оксид серы (IV), сернистая кислота и ее соли, строение, свойства, получение. Сульфоксиловатая и дитионистая кислоты. Дитионовая и политионовые кислоты и их соли. Оксид серы (VI), серная кислота, олеум, соли. Основные принципы производства серной кислоты и ее роль в химической промышленности. Пиросерная кислота и пиросульфаты. Тиосерная кислота и тиосульфаты. Пероксосерные кислоты и перисульфаты. Галогениды и оксогалогениды. Генетические взаимосвязи, причины многообразия и реакционная способность кислородных соединений серы.

Селен и теллур. Свойства простых веществ. Бинарные водородные соединения селена и теллура. Селениды и теллуриды, их роль в полупроводниковой технике.

Сопоставление строения, термодинамических характеристик, термической и окислительно-восстановительной устойчивости H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>Se, H<sub>2</sub>Te, а также кислотно-основных свойств водных растворов этих соединений. Правила техники безопасности при работе с бинарными водородными соединениями серы, селена, теллура. Сопоставление свойств и строения важнейших кислородных соединений серы, селена и теллура. Проявление вторичной периодичности в свойствах кислородных соединений подгруппы серы.



### ***Подгруппа азота***

Общая характеристика.

Азот. Строение молекулы  $N_2$  с позиций методов ВС и МО. Уникальные физические и химические свойства молекулярного азота. Энергия тройной, двойной и одинарной связи азот – азот. Получение азота в лаборатории и промышленности. Применение молекулярного азота. Соединения азота с водородом (аммиак, гидразин, гидроксилламин, азид водорода): строение, свойства, получение, применение. Физико-химические условия промышленного синтеза аммиака. Сравнение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств аммиака, гидразина и гидроксилламина. Нитриды с ионной и ковалентной связью, металлоподобные нитриды. Стехиометрия и номенклатура оксидов и кислородных кислот азота. Диаграмма окислительных потенциалов соединений азота в кислой и щелочной средах. Оксиды азота (I), (II), (III), (IV), (V), азотноватистая кислота и гипонитриты, азотистая кислота и нитриты, азотная кислота и нитраты: строение, получение, свойства. Сопоставление устойчивости, кислотных и окислительно-восстановительных свойств водных растворов  $HNO_2$  и  $HNO_3$ . Термическая устойчивость нитратов. Термодинамика и кинетика восстановления азотной кислоты. Ионы нитрозония и нитрония. Галогениды и оксогалогениды азота.

Фосфор. Особенности химии фосфора. Аллотропные модификации фосфора: условия стабильности, строение, физические и химические свойства. Фосфин, фосфиды, соли фосфония. Кислородные соединения фосфора. Сопоставление их строения и свойств с аналогичными соединениями азота. Оксиды фосфора (III) и (V). Фосфористая и гипофосфористая кислоты: строение, получение, свойства, таутомерные превращения, соли. Ортофосфорная и гипофосфорная кислоты: строение, свойства. Фосфаты: растворимость, гидролиз, термическая устойчивость, процессы конденсации. Строение конденсированных фосфатов, полифосфаты и полиметафосфаты. Эфиры фосфорной кислоты и их роль в биологических процессах. Сульфиды фосфора. Тиофосфорные кислоты. Галогениды и оксогалогениды фосфора.

Мышьяк, сурьма, висмут. Свойства элементов. Аллотропия. Соединения с металлами. Водородные соединения. Сопоставление строения, характера химической связи, термодинамических характеристик, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств водородных соединений элементов VA группы. Кислородные соединения элементов подгруппы мышьяка. Закономерности изменения окислительно-восстановительных свойств в VA группе. Сульфиды и тиосоли. Галогениды элементов подгруппы мышьяка.

### ***Подгруппа углерода***

Общая характеристика. Особенности электронного строения атома углерода. Многообразие органических и неорганических соединений углерода.

Формы нахождения углерода в природе. Аллотропия: алмаз, графит, карбин. Искусственные алмазы. Фуллерены. Кристаллическая структура, физические и химические свойства алмаза и графита. Важнейшие карбиды, их классификация по типу химической связи. Применение карбидов в качестве тугоплавких, жаростойких и высокотвердых материалов. Углеводороды. Изменение прочности связи углерод-углерод в ряду углеводородов с одинарной, двойной и тройной связью. Катенация, ее ослабление в ряду  $C - Si - Ge$ . Соединения углерода с кислородом. Оксид углерода: электронное строение молекулы, свойства. Карбонилы: состав и строение. Муравьиная кислота. Диоксид углерода, угольная кислота, карбонаты, пероксокарбонаты: получение, строение, свойства. Щавелевая кислота. Галогениды и оксогалогениды углерода. Соединения, содержащие связь углерод-азот: строение, получение, свойства. Карбамид и тиокарбамид, карбаминовая кислота. Цианистый водород, бинарные и комплексные цианиды. Дициан. Циановая кислота, цианаты. Гремучая кислота и ее соли. Изомерия и таутомерия. Соединения, содержащие связь углерод-сера: строение, получение, свойства.

Кремний. Роль соединений кремния в построении земной коры. Особенности природы химических связей в соединениях кремния. Силаны: строение, получение, свойства, применение. Различия в термической устойчивости углеводородов и силанов. Силициды. Соединения кремния с галогенами. Кремнефтористоводородная кислота и ее соли. Карбид, сульфид, нитрид кремния. Оксиды кремния. Кристаллические модификации диоксида кремния. Кремниевые кислоты. Силикаты природные и искусственные. Современные представления о строении силикатов. Структуры островные, цепочечные, ленточные, слоистые и каркасные. Алюмосиликаты. Цеолиты. Силоксаны и силиконы. Общая характеристика химии германия, олова, свинца; сравнение с химией кремния. Элементы в свободном состоянии, аллотропия, химические свойства. Германий как важнейший материал с полупроводниковыми свойствами. Водородные соединения. Галогениды: строение, получение, свойства. Гидролиз галогенидов. Оксиды и кислоты. Германаты, станнаты и плюмбаты. Сульфиды и тиосоли. Металлоорганические производные. Солеобразные соединения Э(IV). Акваионы Sn(II) и Pb(II). Гидролиз и полимеризация аква-ионов. Окислительно-восстановительные свойства соединений олова и свинца.

### ***Подгруппа бора***

Общая характеристика. Особенности химии бора.

Свойства элементарного бора. Соединения бора с металлами. Электронодефицитные молекулы. Бороводороды: строение, типы химических связей, химические свойства. Борогидрид-ион. Боразотные соединения (боразол, боразан, боразен, боразин): строение, получение, свойства. Карбид и нитрид бора. Галогениды бора: стехиометрия, строение, способы получения. Кислородные соединения бора. Борный ангидрид. Борные кислоты и бораты: строение, способы получения, свойства. Эфиры борной кислоты. Диагональное сходство свойств соединений бора и кремния. Применение соединений бора.

Алюминий, галлий, индий, таллий. Роль алюмосиликатов в неживой природе. Производство металлического алюминия. Сплавы алюминия, их применение. Химические свойства элементов. Специфика свойств соединений галлия, индия, таллия как постпереходных элементов-металлов. Химия водных растворов  $M^{3+}$ : гидролиз акваионов, основные соли, гидроксиды и их амфотерность. «Старение» гидроксидов за счет процессов оляции и оксоляции. Соли, двойные соли и комплексные соединения. Квасцы. Оксиды, смешанные оксиды, шпинели. Галогениды и гидриды. Изменение устойчивости соединений, содержащих галлий, индий, таллий в степенях окисления +3 и +1. Сходство соединений Tl(I) с соединениями Rb и Ag(I). Применение соединений галлия, индия, таллия в полупроводниковой технике. Арсенид галлия как основа нового поколения полупроводников. Токсичность таллия.

### ***Бериллий, магний, щелочноземельные элементы***

Общая характеристика. Особенности химии бериллия.

Химические свойства металлического бериллия. Важнейшие соединения: оксид, гидроксид, бериллаты. Акваион бериллия, его гидролиз. Соли, комплексные соединения. Токсичность бериллия и его соединений. Магний, кальций, стронций, барий, радий. Химические свойства металлов. Свойства и способы получения бинарных соединений. Акваионы металлов и их соли. Изменение термической устойчивости карбонатов, сульфатов, нитратов в ряду кальция – бария. Причины и закономерности изменения растворимости солей щелочноземельных металлов. Комплексообразующая способность ионов ЩЗЭ. Токсичность соединений бария. Опасность радиоактивного заражения  $^{90}\text{Sr}$ .

### ***Щелочные элементы***

Общая характеристика. Особенности химии лития.

Получение щелочных элементов из природного сырья. Химические свойства металлов. Взаимодействие с жидким аммиаком. Реакции с кислородом: оксиды, пероксиды, супероксиды, озониды. Изменение состава и термической устойчивости кислородных соединений в группе щелочных элементов. Реакции с азотом и водородом. Реакции

с кислотами и спиртами. Гидроксиды. Получение, строение, свойства, применение едкого натра и едкого кали. Акваионы щелочных металлов. Соли. Комплексные соединения. Диагональное сходство свойств соединений лития и магния.

### ***Инертные газы***

Общая характеристика.

Особенности электронного строения атомов инертных газов. Неустойчивость двухатомных молекул инертных газов. Физические и химические свойства. История открытия соединений инертных газов. Клатраты. Фториды, комплексные соединения. Кислородные соединения. Окислительные свойства фторидных и кислородных соединений. Особенности химической связи в соединениях инертных газов. Применение инертных газов.

### **Химия переходных элементов**

Общая характеристика переходных элементов. Электронные конфигурации атомов и ионов. Положение в Периодической системе. Классификация. Общие свойства переходных элементов.

### ***Железо, кобальт, никель***

Общая характеристика элементов триады железа.

Получение, физические и химические свойства, применение металлов. Валентные состояния элементов триады железа. Изменение устойчивости соединений с низшими и высшими степенями окисления в ряду Fe–Ni. Основные классы соединений: оксиды, гидроксиды, соли, комплексные соединения. Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений Fe (II), (III), (VI). Влияние комплексообразования на окислительно-восстановительные процессы в растворах, содержащих Fe(II) и Fe(III). Сравнение устойчивости комплексных соединений кобальта (II) и (III). Условия стабилизации Co(III). Карбонилы, нитрозосоединения. Ферроцен. Сравнительная характеристика химии железа, кобальта и никеля. Роль железа в биологических процессах. Применение соединений триады железа.

### ***Платиновые элементы***

Общая характеристика. Роль отечественных ученых в изучении химии платиновых элементов. Физические и химические свойства, применение платиновых металлов. Способы перевода их в раствор. Закономерности в изменении устойчивости характерных степеней окисления в соединениях платиновых элементов. Галогениды, оксиды, гидратированные оксиды, комплексы. Значение комплексных соединений в химии платиновых элементов. Инертность комплексов платины, эффект трансвлияния Черняева. Отличительные особенности химии отдельных платиновых металлов. Платина – важнейший представитель семейства платиновых элементов. Применение соединений платиновых элементов в химической технологии и медицине.

### ***Марганец, технеций, рений***

Общая характеристика. Валентные состояния элементов VIIB группы.

Свойства и применение металлического марганца и его сплавов. Важнейшие соединения марганца (II), (III), (IV), (VI), (VII). Влияние pH раствора на окислительно-восстановительные процессы, протекающие с участием соединений марганца. Необычные степени окисления марганца. Краткие сведения о химии технеция. Важнейшие соединения рения. Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений марганца и его аналогов в различных степенях окисления. Сравнение свойств соединений VIIA и VIIB групп. Применение соединений марганца, технеция, рения.

### ***Хром, молибден, вольфрам***

Общая характеристика. Валентные состояния элементов VIB группы.

Получение хрома и феррохрома. Металлический хром. Кислородные соединения хрома. Соединения Cr(II): оксид, гидроксид, соли. Восстановительные свойства соединений двухвалентного хрома. Химия Cr(III): гидролиз акваиона, амфотерность гидроксида.

Соединения Cr(VI): хроматы и бихроматы, кислотно-основные равновесия в водных растворах. Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений Cr (II), (III), (VI). Комплексные соединения и двойные соли хрома. Пероксидные производные. Хром в неустойчивых степенях окисления. Получение Mo и W. Металлическое состояние. Оксиды молибдена (VI) и вольфрама (VI). Молибденовая и вольфрамовая кислоты. Молибдаты и вольфраматы I-IV групп. Двойные, тройные молибдаты и вольфраматы. Изополи- и гетерополикислоты и соли: образование, строение, реакционная способность. Кислородные соединения молибдена и вольфрама в низших степенях окисления: оксиды, молибденовые и вольфрамовые "сини", вольфрамовые "бронзы". Кластеры. Галогениды хрома, молибдена, вольфрама. Изменение состава высшего галогенида в ряду Cr – W. Применение соединений элементов VIB группы. Сравнение химических свойств элементов VIA и VIB групп Периодической системы.

#### ***Ванадий, ниобий, тантал***

Общая характеристика. Валентные состояния элементов подгруппы ванадия. Свойства и применение металлов. Химия соединений ванадия (II), (III), (IV), (V). Галогениды, оксиды, ванадаты, изополиванадаты, оксокатионы и акваионы. Комплексные соединения. Сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений ванадия (II), (III), (IV), (V). Оксиды ниобия и тантала. Ниобаты и танталаты. Изополианионы и их строение. Бинарные и комплексные фториды. Другие галогениды и оксогалогениды. Кластерная природа дигалогенидов ниобия и тантала. Комплексные соединения Nb и Ta в низших степенях окисления.

#### ***Титан, цирконий, гафний***

Общая характеристика. Получение, физические и химические свойства титана, циркония, гафния. Применение металлических титана, циркония, гафния и сплавов на их основе. Бинарные соединения: галогениды карбиды, нитриды, сульфиды и материалы на их основе. Кислородные соединения. Диоксиды и гидраты оксидов. Безводные соли четырехвалентных Ti, Zr, Hf, их гидратация и поведение в водных растворах. Соединения элементов подгруппы титана с низшими степенями окисления. Комплексные соединения. Причины сходства химических свойств соединений Zr и Hf. Химические основы разделения циркония и гафния.

#### ***Редкоземельные элементы***

Общая характеристика. Строение электронных оболочек атомов, характерные валентные состояния, устойчивые степени окисления. Цериевая и иттриевая подгруппы. «Гадолиниевый излом». Лантаноидное сжатие. Получение, физические и химические свойства, применение металлов. Сложные соединения РЗЭ и методы разделения смесей РЗЭ. Характеристика соединений M(III): оксиды, гидроксиды, простые и двойные соли. Комплексные соединения. Характеристика соединений M(IV): Ce(IV), Pr(IV), Tb(IV), их окислительные свойства. Характеристика соединений M(II): Eu(II), Sm(II), Yb(II), их восстановительные свойства. Применение соединений РЗЭ: материалы лазерной оптики, магнитные материалы, катализаторы, составная часть ВТСП материалов.

#### ***Актиноиды***

Общая характеристика. Проблематичность химической аналогии актиноидов и лантаноидов.

Краткие сведения о химии тория. Важнейшие соединения и их свойства: оксид, гидроксид, галогениды, оксогалогениды, простые и комплексные соли. Химия урана. Соединения урана в различных степенях окисления. Галогениды, оксиды урана. Амфотерность кислородных соединений урана (VI). Синтез трансурановых элементов. Химия нептуния, плутония, америция. Важнейшие соединения: оксиды, гидроксиды, галогениды. Основные степени окисления. Закономерности изменения окислительно-восстановительных свойств в ряду U, Np, Pu, Am. Химия водных растворов: комплексообразование, диспропорционирование.

### ***Цинк, кадмий, ртуть***

Общая характеристика. Особенности строения электронных оболочек атомов.

Химические и физические свойства металлов. Получение и применение металлических цинка, кадмия, ртути и их сплавов. Амальгамы. Важнейшие соединения М(II): оксиды, гидроксиды, соли. Химия водных растворов: гидролиз и комплексообразование. Сравнительная устойчивость комплексов. Соединения ртути (II) с азотсодержащими молекулами. Изменение типа связи в соединениях двухвалентных цинка, кадмия, ртути. Причины аномального (немонотонного) характера изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов в ряду Zn(II) – Hg(II). Окислительно-восстановительные свойства соединений ртути. Диспропорционирование  $Hg_2^{2+}$ . Важнейшие соединения ртути (I). Применение соединений цинка, кадмия, ртути. Токсичность соединений этих элементов. Способы устранения заражения помещений металлической ртутью.

### ***Медь, серебро, золото***

Общая характеристика.

Диаграммы Латимера. Причины нахождения в природе золота, серебра и меди в самородном состоянии. Физические и химические свойства металлов. Применение металлических Cu, Ag, Au и их сплавов. Химия меди в степенях окисления I и II. Важнейшие соединения: оксиды, гидроксиды, соли, комплексы. Диспропорционирование соединений меди (I). Применение соединений меди. Cu (II, III) – составная часть материалов со свойствами ВТСП. Токсичность соединений меди. Химия серебра (I). Основные соединения: оксид, гидроксид, сульфид, простые и комплексные соли. Химические основы фотографического процесса. Необычные степени окисления серебра и их стабилизация. Химия золота. Растворение металлического золота в различных реагентах. Производные Au(III). Необычные степени окисления золота. Сравнение химических свойств элементов IA и IV групп Периодической системы.

### **Современные проблемы неорганической химии**

Неорганическая химия и создание современных функциональных материалов.

Понятия химии твердого тела. Нестехиометрические соединения. Квазихимическое описание равновесий дефектов. Основные типы реакций с участием твердого тела. Зависимость дефектного состава кристаллов от условий синтеза. Влияние дефектов на свойства кристаллов и кинетику твердофазных превращений.

Современные неорганические материалы. Материалы для водородной энергетики. Супрамолекулярная химия. Наноматериалы и нанотехнология.

Биологическая неорганическая химия. Организация биологической клетки. Неорганические вещества в биологической клетке. Понятие о процессах переноса неорганических частиц. Каталитические процессы. Сенсоры.

### **Основные методы исследования неорганических веществ**

Основные группы методов исследования неорганических веществ. Информация, получаемая с помощью различных методов. Дифракционные методы исследования. Спектральные методы исследования. Магнетохимия. Термические методы исследования. Понятие о физико-химическом анализе.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);

- владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);
- владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7).

### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- место неорганической химии в системе наук;
- теоретические основы неорганической химии (состав, строение и химические свойства простых веществ и химических соединений, связь строения вещества и протекания химических процессов);

#### **уметь:**

- адаптировать знания, накопленные при изучении курса «Неорганическая химия», к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- использовать фундаментальные знания неорганической химии в области смежных дисциплин;

#### **владеть:**

- методами и способами синтеза неорганических веществ
- навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из Периодического закона и Периодической системы элементов

### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

22 зачетные единицы (792 ч).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачеты (1, 2 сем.), дифференцированный зачет – курсовая работа (2 сем.), экзамен (2 сем.)

## **Аналитическая химия**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.9.

### **2. Цели освоения дисциплины:**

- овладение теоретическими основами современной аналитической химии, различными ее методами;
- понимание особенностей аналитических реакций, методов определения и разделения веществ, анализа реальных объектов, а также способов оценки результатов анализа.

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

#### **Методы разделения и химической идентификации**

#### ***Аналитическая химия, ее задачи и методы. Качественный анализ***

Цели аналитической химии. Идентификация и определение, общность этих направлений. Аналитический сигнал. Признаки аналитической реакции и причины их появления. Понятие о методике анализа. Категории избирательности аналитической реакции. Предел обнаружения. Принципиальные возможности улучшения параметров аналитической реакции. Аналитические реагенты, их градация по чистоте. Аналитические группы элементов, подходы к их формированию. Сероводородный метод. Органические реагенты. Мешающее влияние, его устранение. Принципы разделения и маскирования. Демаскирование. Дробный и систематический методы анализа.

#### ***Химическое равновесие. Гомогенное равновесие***

Понятие об идеальных и реальных системах. Влияние электростатических взаимодействий (ионная сила, активность, коэффициент активности). Влияние химических взаимодействий (молярная доля, общая аналитическая концентрация иона, равновесная концентрация иона). Способы выражения констант равновесий химической реакции. Понятие о термодинамической, условной и реальной константах равновесия химической

реакции. Уравнение электронейтральности и уравнение материального баланса. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда и Лоури. Константы кислотности и основности. Классификация растворителей. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей.

#### ***Химическое равновесие. Равновесие в системе раствор-осадок***

Произведение растворимости. Влияние электростатических взаимодействий на величину произведения растворимости (реальное произведение растворимости). Влияние химических взаимодействий на величину произведения растворимости (условное произведение растворимости). Растворимость. Взаимосвязь между растворимостью, собственной растворимостью и произведением растворимости. Принципы вычисления растворимости при наличии конкурирующих равновесий. Влияние одноименного иона на растворимость. Солевой эффект.

#### ***Осаждение как метод идентификации, разделения и концентрирования***

Подходы к описанию операций разделения как гетерогенных процессов. Количественные характеристики эффективности разделения с точки зрения полноты извлечения и чистоты компонента: константа и коэффициент разделения, факторы разделения и обогащения. Осаждение как метод идентификации, разделения и концентрирования.

#### ***Физико-химические основы процессов экстракции***

Основные понятия. Характеристики интенсивности: коэффициент распределения (экстракции), фактор извлечения (% экстракции) и фактор обогащения, число необходимых ступеней экстракции. Экстракционные системы используемые в анализе. Механизм экстракции. Экстракция хелатов, рН полуэкстракции. Избирательность экстракционного разделения. Сопоставление осадительных и экстракционных методов разделения.

#### ***Физико-химические основы хроматографии***

Принципы хроматографии. Физико-химические процессы, лежащие в основе разделения. Равновесная хроматография, основное уравнение. Идентификация компонентов по хроматограмме. Модификация хемосорбционной хроматографии. Особенности ионообменного и осадочного вариантов: явления, приводящие к разделению; количественная оценка эффективности разделения. Селективность ионного обмена. Сопоставление роли и функций различных методов разделения в аналитической химии.

#### **Количественный анализ. Химические методы анализа: гравиметрия**

##### ***Механизм образования осадка***

Гравиметрия как абсолютный метод анализа. Механизм образования осадка. Пересыщение, центры кристаллизации и рост частиц. Кристаллические и аморфные осадки. Осаждаемая и весовая формы. Коллоидное состояние. Флокуляция и пептизация. Старение осадков, его виды. "Гомогенное" осаждение.

##### ***Загрязнение осадка***

Виды загрязнения осадков. Совместное осаждение, соосаждение, послеосаждение. Адсорбция и абсорбция. Окклюзия. Инклюзия.

##### ***Характеристика стадий гравиметрического анализа***

Выбор массы навески для анализа. Гравиметрический фактор. Выбор осадителя. Условия аналитического осаждения. Фильтрация. Выбор промывной жидкости. Перевод осаждаемой формы в гравиметрическую. Расчеты в гравиметрии. Место гравиметрии в системе аналитических методов.

#### **Количественный анализ. Химические методы анализа: титриметрия**

##### ***Общая характеристика титриметрии. Способы выражения концентрации вещества. Принципы расчетов в титриметрии***

Классификация реакций в титриметрии, требования к ним. Молярная масса и молярная масса эквивалента. Число эквивалентности и фактор эквивалентности. Способы выражения концентрации вещества: молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титр по определяемому веществу. Закон эквивалентности. Принципы

расчетов в титриметрии. Стандартные (первичные) и стандартизованные (вторичные) растворы, требования к ним. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Индикаторы. Виды титрования. Погрешности титриметрии. Чувствительность титриметрии.

#### ***Кисотно-основное титрование***

Способы вычисления рН различных кислотно-основных систем. Уравнение кривой титрования в случае сильных кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности определения связанные с индикаторами. Модификация уравнения кривой титрования для других кислотно-основных реакций. Буферные растворы. Буферная емкость. Уравнение кривой титрования в случае сильных кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы.

#### ***Реакции окисления-восстановления в титриметрии***

Особенности ред-окс реакций. Обратимые и необратимые ред-окс пары. Возможности ред-окс титрования с точки зрения стандартных и реальных (формальных) потенциалов полуреакций. Механизм ред-окс реакций и необходимость учета кинетических факторов. Особенности расчета кривых ред-окс титрования. Особые точки титрования. Соотношение между теоретической и экспериментальной кривыми. Выбор условий титрования на примере иодометрии, перманганатометрии и дихроматометрии. Индикаторы в ред-окс титровании.

#### ***Реакции комплексообразования в титриметрии***

Общие закономерности и количественные характеристики процессов комплексообразования. Принципы расчета состава равновесных систем. Методы титрования, основанные на образовании комплексов. Комплексонометрия. Общие характеристики ЭДТА как титранта. Расчеты долей комплексных форм и их значение для выбора оптимальных условий титрования. Условные константы комплексообразования. Металлохромные индикаторы. Распространимость метода комплексонометрии.

#### ***Метрологическая оценка результатов измерений***

##### ***Основные понятия и термины***

Статистический смысл результатов измерений. Случайные и систематические погрешности. Правильность и воспроизводимость. Способы представления воспроизводимости. Стандартное отклонение ограниченной выборки.

##### ***Количественные характеристики погрешностей анализа***

Доверительная вероятность и интервал. t-критерий. Необходимое число параллельных измерений, выбраковка результатов (Q – критерий). Нуль-гипотеза, критерий Фишера. Закон распространения ошибок и его конкретные следствия для различных видов функций. Методы оценки правильности. Оценка погрешности аналитических методов.

##### ***Анализ реальных объектов***

##### ***Аналитический процесс. Проботбор и пробоподготовка***

Характеристика стадий проботбора, подготовки пробы, измерения, обработки данных. Статистическая значимость стадий в суммарной погрешности метода. Метрологические аспекты анализа. Роль химических процессов в анализе. Области использования классических методов. Виды анализа. Задачи анализа. Источники аналитической информации. Соотношение между точностью, уровнем содержания компонента, экспрессностью, квалификацией аналитика и стоимостью анализа.

##### ***Формирование схемы анализа реального объекта***

Способы пробоподготовки (переведения пробы в раствор). Выбор схемы анализа в зависимости от поставленной задачи. Проблемы современной аналитической химии.

##### ***Оптические методы анализа***

##### ***Методы анализа, основанные на взаимодействии излучения с веществом. Законы поглощения излучения однородными системами***

Классификация оптических методов анализа. их достоинство (правильность, воспроизводимость, избирательность, экспрессность. Закон Ламберта-Бугера, закон Бера.



Математическое выражение этих законов. Величины, характеризующие поглощение света, Оптическая плотность, пропускание. Графическое выражение законов поглощения, Причины отклонения от закона Бера. Оптическая плотность, пропускание, молярный и приведенный молярный коэффициенты поглощения.

### ***Спектр поглощения***

Понятие о спектре поглощения индивидуального вещества. Характеристики спектра поглощения: положение, полуширина, сила осциллятора. Зависимость положения полос поглощения от типа заместителей в молекуле реагента, кислотности среды, комплексообразования, температуры раствора. Полосы поглощения и типы электронных переходов в молекулах. Спектры ионов переходных металлов и влияние на них комплексообразования. Спектры переноса заряда. Аддитивность оптической плотности раствора нескольких веществ. Изобестические точки.

### ***Химические реакции в оптических методах анализа***

Общие требования к ним. Основные группы комплексных соединений, используемых в оптических методах анализа: роданидные и галогенидные комплексы, комплексы с перекисью водорода, аммиаком, органическими основаниями, ионные ассоциаты, гетерополикомплексы. Хелаты. Использование реакций окисления-восстановления для целей фотометрического анализа.

### ***Чувствительность и метрологические характеристики оптических методов***

Чувствительность фотометрического анализа. Чувствительность фотометрической реакции и чувствительность фотометрического метода анализа. Воспроизводимость и правильность результатов. Ошибки измерения оптической плотности. Определение «следовых» количеств элементов и роль «холостого» опыта. Пути повышения чувствительности анализа.

### ***Электрохимические методы анализа***

#### ***Электрохимические реакции. Растворы электролитов как неидеальные системы***

Особенности электрохимических реакций. Обратимые и необратимые электрохимические системы. Гальванические элементы и электролитические ячейки. Электродные реакции, анод, катод. Аппарат активностей, его возникновение и смысл. Коэффициенты активности как параметры энергетики ионных взаимодействий. Теоретические и эмпирические подходы к расчету коэффициентов активности. Уравнение Дебая-Хюккеля, Дэвис.

#### ***Электропроводность***

Равновесные и неравновесные состояния растворов электролитов, их критерии. Удельная и эквивалентная электропроводности растворов электролитов, зависимость от температуры, концентрации, давления. Эффект Вина. Правило Писаржевского-Вальдена. Теория электропроводности Дебая-Хюккеля-Онзагера. Подвижности, числа переноса. «Аномальные» подвижности и электропроводности. Диффузионные явления, диффузионный потенциал. Кондуктометрия.

#### ***Равновесные электрохимические системы***

ЭДС и потенциалы электродов. Соглашение о знаках, водородная шкала. Механизм образования ЭДС. ЭДС как сумма скачков потенциалов. Электрохимический потенциал, внутренний потенциал Гальвани, внешний потенциал Вольта. Работа выхода, поверхностный потенциал, контактный потенциал. Зависимость потенциалов от pH и комплексообразования. Комбинирование потенциалов. Фундаментальное термодинамическое соотношение для обратимого гальванического элемента. Уравнение Нернста.

#### ***Потенциометрия***

Классификация потенциометрических методов. Типы электродов: 1 и 2 рода, Red-Ox, газовые амальгамные. Получение термодинамических данных из потенциометрических измерений. Потенциометрическое титрование, его разновидности. Методы измерения ЭДС. Потенциометрия в неводных средах.

### ***Двойной электрический слой. Ионометрия***

Термодинамика и строение ДЭС. Природа ДЭС, переход и адсорбция ионов, влияние полярных молекул. Характеристики ДЭС: емкость, потенциал, заряд, толщина. Теория Гельмгольца. Теория диффузионного слоя Гуи-Чепмена. Адсорбционная теория Штерна. Основное уравнение ДЭС. Электрокинетический дзета-потенциал. Электроосмос, электрофорез, потенциалы течения и седиментации. Мембранные потенциалы. Стекланный электрод. рН-метрия, ее особенности. Ионселективные электроды. Электрокапиллярные явления. Нулевые точки металлов. Абсолютный потенциал.

### ***Электрохимическая кинетика***

Ток и омическая поляризация. Перенапряжение. Концентрационная поляризация: диффузионная и химическая. Активационная поляризация: электрохимическая и фазовая. Уравнение Тафеля.

### ***Полярография***

Характеристики вольтамперных кривых. Конденсаторный и остаточный токи. Миграционный и диффузионный токи. Предельный ток. Фоновые электролиты. Уравнение Ильковича. Максимумы на полярографических волнах, их подавление. Каталитические волны. Особенности электродов, применяемых в полярографии (ртутные, амальгамные, твердые). Комплексообразование в полярографии. Восстановление комплексных ионов на электродах. Полярографические спектры. Функции фоновых электролитов. Полярография органических соединений, связь строения органических веществ с их полярографическим поведением. Использование необратимых реакций в полярографии. Основные принципы полярографического анализа. Использование величин предельных токов для определения концентраций. Методы определения концентраций. Амальгамная и пленочная полярография с накоплением. Осциллографическая полярография, ее особенности и области применения. Чувствительность и точность различных видов полярографического анализа.

### ***Амперометрия***

Амперометрическое титрование, использование различных типов реакций (комплексообразование, осаждение, Red-Ox). Дифференциальное амперометрическое титрование и титрование с двумя индикаторными электродами.

### ***Неравновесные электродные процессы***

Признаки неравновесных электрохимических систем. Законы Фарадея. Электроосаждение

### ***Хроматографические методы анализа***

#### ***Основные понятия и термины хроматографии. Качественный и количественный хроматографический анализ***

Термодинамические и кинетические аспекты равновесной хроматографии, основное уравнение. Способы проведения хроматографического анализа. Вид хроматографических кривых, использование их для качественного и количественного анализа. Критерии удерживания, число и степень удерживания. Основные характеристики хроматографического пика: высота, ширина, полуширина, площадь. Критерий разделения. Коэффициент селективности. Способы идентификации и количественного определения компонентов.

#### ***Оптимизации условий хроматографического разделения***

Выбор оптимальных условий эксперимента в адсорбционной хроматографии, требования к адсорбентам, растворителю, газу-носителю. Типы адсорбентов, их основные свойства. Молекулярные сита. Тонкослойный и колоночный варианты адсорбционной хроматографии. Методы расчета хроматограмм.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);

- знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2).
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- место аналитической химии в системе наук;
- основные теоретические положения и понятия аналитической химии;
- существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии;
- принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических).

#### **уметь:**

- применять основные положения и понятия аналитической химии;
- устанавливать соответствие между признаками и их определениями;
- решать расчетные задачи.

#### **владеть:**

- методологией выбора методов анализа;
- навыками их применения;
- метрологическими основами анализа.

### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

20 зачетных единиц (720 часа).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (3 сем.), дифференцированный зачет – курсовая работа (5 сем.), экзамены (4, 5 сем.)

## **Органическая химия**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Органическая химия» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.10.

### **2. Цели освоения дисциплины:**

- формирование у студентов химического мировоззрения, овладение ими теоретическими основами органической химии;
- ознакомление с важнейшими классами и типами органических веществ, их свойствами и областями применения;
- приобретение навыков работы с органическими веществами.

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

#### **Введение**

Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Основные источники органического сырья. Краткие сведения о методах выделения, очистки и идентификации органических соединений. Представление о радикалах и функциональных группах. Гомологические ряды. Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Валентность атомов в органических молекулах, простые и кратные связи. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений. Структурная изомерия и ее основные разновидности. Понятие о пространственной изомерии. Значение теории строения для развития органического синтеза. Электронные представления в органической химии. Качественная картина квантово-механического описания химической связи с помощью метода молекулярных орбиталей (МО) как линейных комбинаций атомных орбиталей (АО). Представление о

распределении электронной плотности в молекуле, способах его изображения и электронных эффектах атомов и многоатомных групп.

Техника безопасности в лаборатории. Методы очистки и выделения органических соединений. Правила работы и ТБ в лабораториях органического синтеза. Работа со справочной литературой по органической химии. Общие приемы работы в органическом практикуме.

## **Углеводороды**

### **Алканы**

Гомологический ряд, номенклатура и изомерия, алкильные радикалы. Природные источники парафинов. Основные способы получения. Промышленный синтез алканов. Электронное строение насыщенных углеводородов: качественная картина описания метана в рамках метода МО, возможность его замены представлениями об  $sp^3$ -гибридизации АО углерода и формирование локализованных двухцентровых МО, соответствующих индивидуальным связям С–Н. Длины связей и валентные углы. Пространственное строение алканов. Вращательная изомерия, конформация и их относительные энергии. Физические свойства парафинов и их зависимость от длины и степени разветвленности углеродной цепи. Химические свойства алканов как основа методов переработки углеродного сырья. Термические превращения алканов, гомолитический тип разрыва связей. Свободные радикалы, их электронное строение и относительная стабильность, превращение свободных радикалов в условиях термоллиза. Каталитические превращения алканов, гетеролитический тип разрыва связей, карбокатионы, их электронное строение и превращения. Цепные свободнорадикальные реакции алканов и их техническое значение. Основные пути использования насыщенных углеводородов.

### **Циклоалканы**

Классификация и номенклатура. Образование циклов в ходе термических и каталитических превращений алканов. Синтетические методы построения насыщенных циклов. Относительная устойчивость и ее проявления в химических превращениях циклоалканов. Специфика химических свойств циклопропана. Стереохимический анализ причин различной устойчивости циклов. Конформации циклогексана и его производных. Геометрическая изомерия. Представления о полициклических насыщенных углеводородах и полиэдранах.

### **Алкены**

Гомологические ряды, номенклатура, изомерия. Способы образования двойной связи. Описание электронного строения алкенов в терминах локализованных  $\sigma$ - и  $\pi$ -МО на основе представления об  $sp^2$ -гибридизации атома углерода. Отсутствие свободного вращения относительно двойной связи как причина геометрической изомерии в ряду алкенов. Физические свойства и спектральные характеристики алкенов. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения кислот, галогенводородов, воды, галогенов, галогеналкилов. Ориентация в реакциях присоединения электрофильных агентов (правило Марковникова) и ее интерпретация на основе представлений о механизме реакции и относительной стабильности изомерных карбокатионов. Перекисный эффект и обращение ориентации присоединения бромистого водорода как результат изменения механизма реакции. Реакции радикального присоединения. Окислительные превращения олефинов: эпексидирование, гидроксидирование, окислительное расщепление по двойной связи, присоединение озона и разложение озонидов. Координация олефинов с переходными металлами, качественные представления в терминах теории МО и роль в каталитических превращениях олефинов (гидрирование, изомеризация, оксосинтез, окисление, метатезис). Полимеризация алкенов, ее разновидности как проявление основных типов превращений олефинов. Теломеризация. Олефины и их производные как основное сырье в производстве полимерных материалов. Реакции алкенов, протекающие с сохранением двойной связи:

аллильное галоидирование, окисление, окислительный аммонолиз. Аллильная  $\pi$ -электронная система,  $p$ ,  $\pi$ -сопряжение и его качественное описание в терминах теории МО.

### **Алкадиены**

Классификация, номенклатура и изомерия. Важнейшие 1,3-диены и способа их получения, дегидрирование, дегидрохлорирование, дегидратация. Получение дивинила из этилового спирта. Электронное строение: сопряжение кратных связей ( $\pi$ ,  $\pi$ -сопряжение), представления о делокализованных  $\pi$ -МО сопряженных диенов. Описание бутадиена-1,3 в терминах предельных структур, качественные критерии оценки их относительного вклада. Химические свойства сопряженных диенов: гидрирование и его энергетика как проявление сопряженных кратных связей, восстановление щелочными металлами в присутствии источников протонов, электрофильное присоединение галогенов и галогеноводородов и ориентация в этих реакциях в условиях кинетического и термодинамического контроля. Присоединение двуокиси серы. Диеновый синтез, разрешенные и запрещенные по симметрии реакции циклоприсоединения. Циклоолигомеризация. Разновидности линейной полимеризации и ее техническое значение. Природный и синтетический каучук, вулканизация каучука. Кумулены: получение, электронное и пространственное строение кумуленов, их химические свойства.

### **Алкины**

Изомерия и номенклатура. Способы образования тройной связи, основанные на реакциях дегидрогалогидирования. Карбадный и пиролизический методы получения ацетилен. МО-описание тройной связи на основе представления об  $sp$ -гибридизации АО атома углерода (качественная картина). Физические свойства и основные спектральные характеристики алкинов. Химические свойства алкинов: каталитическое гидрирование, восстановление натрием в жидком аммиаке, гидратация (реакция Кучерова), присоединение спиртов, карбоновых кислот, галогеноводородов, цианистого водорода и синтетическое значение этих реакций. Оксосинтез на основе алкинов. Нуклеофильное присоединение к тройной связи и значение этих реакций для синтеза виниловых производных. Превращение ацетилен в винилацетилен, реакции присоединения к тройной связи винилацетилен и их синтетическое значение. Циклоолигомеризация алкинов, алкины как диенофилы. Окислительные превращения алкинов. Кислотные свойства алкинов-1, ацетилениды, использование кислотных свойств алкинов и реакций ацетиленидов для синтеза соединений, содержащих тройную связь.

### **Ароматические углеводороды**

Бензол и его гомологи, изомерия, номенклатура. Источники ароматических углеводородов. Противоречие между формальной ненасыщенностью бензольного кольца и химическими свойствами бензола (относительная устойчивость к окислению, склонность к реакциям замещения, энергетика реакций образования бензола, его гидрирования и окисления).  $\pi$ -МО орбитали бензола, понятие ароматичности, правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы. Физические свойства и основные спектральные характеристики бензола и его гомологов. Реакции ароматического электрофильного замещения. Значение реакций электрофильного замещения как основы методов переработки ароматических углеводородов, их механизм, влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Реакции радикального замещения и присоединения. Алкилбензолы. Способы получения. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце и особенности ориентации в этих реакциях. Протонирование полиалкилбензолов, образование стабильных арениевых ионов. Дезалкилирование, диспропорционирование, изомеризация алкилбензолов. Реакции радикального замещения в боковой цепи, бензильная  $\pi$ -электронная система. Окислительные превращения, алкилбензолов, реакции дегидрирования и их промышленное значение для получения

стирола и дивинилбензола, полимеризация и сополимеризация этих соединений, основные пути использования полимеров на их основе. Фенилацетилен. Дифенил- и трифенилметан, их получение и свойства. Кислотные свойства углеводородов, шкала С–Н-кислотности, карбанионы и факторы, определяющие их относительную стабильность. Дифенилэтаны, стильбен, толан. Дифенил, способы его получения, строение. Представления о влиянии заместителей на легкость взаимного вращения и степень копланарности бензольных колец. Зависимость сопряжения между их  $\pi$ -электронными системами от степени копланарности и ее проявления в электронных спектрах производных дифенила. Ароматичность дифенила, реакции электрофильного замещения, ориентация в этих реакциях и влияние на нее заместителей. Нафталин, его источники. Изомерия и номенклатура производных нафталина, его электронное строение и ароматичность. Химические свойства производных нафталина. Реакции электрофильного замещения, факторы, влияющие на ориентацию в этих реакциях, их техническое значение для синтеза производных нафталина. Антрацен. Изомерия и номенклатура производных. Синтез антрацена из соединений бензольного ряда. Электронное строение и ароматичность. Реакции гидрирования, окисления, электрофильного присоединения и замещения. Фотоокисление и фотодимеризация. Антрацен в диеновом синтезе. Фенантрацен. Изомерия и номенклатура производных. Электронное строение и ароматичность. Реакции гидрирования, окисления, электрофильного присоединения и замещения. Оптическая изомерия органических соединений. Хиральность молекул и ее проявление в оптической активности соединений. Асимметрический атом углерода. Проекционные формулы. Энантиомеры и рацематы. Конфигурационные ряды. Соединения с двумя асимметрическими атомами углерода, диастереомеры, эритро- и трео-формы, мезо-форма. Связь между числом асимметрических атомов углерода с числом стереоизомеров. Принципы разделения рацематов. Обращение конфигурации и рацемизация. Связь механизма реакции с оптической изомерией продуктов на примере реакций присоединения по двойной связи. Понятие об асимметрическом синтезе. Представления об оптической изомерии соединений, не содержащих асимметрического атома углерода.

### ***Галогенопроизводные углеводов***

Классификация. Моногалогенпроизводные алифатических углеводородов, их изомерия и номенклатура. Способы образования связи С–Hal. Качественное описание электронной природы связи С–Hal на основе представления о характере локализованных  $\sigma$ -МО, образуемых атомами с разной электроотрицательностью. Полярность связи С–Hal и ее зависимость от природы атома галогена. Химические свойства моногалогеналканов: нуклеофильное замещение атомов галогенов и дегидрогалогенирование, общие черты и различия в механизме этих реакций, реакции типа  $S_N1$  и  $E1$ ,  $S_N2$  и  $E2$ , использование явления хиральности в изучении механизма реакций алифатического нуклеофильного замещения. Влияние структуры галогеналкила, природы нуклеофила (основания) и растворителя на соотношение различных направлений взаимодействия галогеналкилов с нуклеофилами (основаниями) и учет этих закономерностей в планировании синтеза. Образование комплексов галогеналкилов с кислотами Льюиса как способ увеличения нуклеофильной подвижности атомов галогенов в реакциях алкилирования ненасыщенных и ароматических углеводородов. Восстановление галогеналкилов и их взаимодействие с металлами. Соединения с повышенной подвижностью атома галогена. Аллил- и бензилгалогениды, способы их получения и особенности химических свойств. Ди- и трифенилхлорметаны. Стабильные свободные радикалы и карбокатионы. Полигалогенпроизводные простейших углеводородов. Способы получения. Комбинация реакций галогенирования алканов, присоединения галогенов к ненасыщенным соединениям и дегидрогалогенирования как общий подход к синтезу полигалогеналканов на примере производных этана. Получение геминальных дигалогенпроизводных из карбонильных соединений и присоединением дигалогенкарбенов по двойной связи. Получение полифторпроизводных метана и этана, фреоны. Гексахлорциклогексан и его

практическое значение. Бензальхлорид и бензотрихлорид, их гидролиз как пример синтетического использования полигалогенпроизводных алкилароматических углеводов. Соединения с пониженной подвижностью атома галогена. Хлористый винил и хлоропрен, способы их получения и техническое значение. Полихлорированные производные этилена. Полифторированные производные этилена и полимеры на их основе. Ароматические галогенпроизводные. Способы получения: галогенирование ароматических углеводов, превращение солей диазония. Особенности протекания реакций нуклеофильного замещения в ароматическом ядре, представления об их механизме, катализ, влияние заместителей. Взаимодействие с металлами: получение металлорганических соединений, синтез алкилароматических соединений и диариллов. Эффекты атомов галогенов как заместителей в реакциях электрофильного замещения. Конденсация хлорбензола с хлоралем, ДДТ. Полихлорпроизводные бензола: получение, основные пути использования. Полихлорпроизводные дифенила и нафталина, их техническое значение.

### ***Спирты, фенолы***

Одноатомные насыщенные спирты. Изомерия, классификация, номенклатура. Способы образования спиртовой гидроксильной группы. Промышленные способы получения простейших алифатических спиртов, спиртов, содержащих от 7 до 20 атомов углерода, и циклогексанола. Электронная природа и полярность связей С–О и О–Н, водородная связь, ее проявления в спектральных характеристиках и физических свойствах спиртов. Химические свойства. Синтез, свойства, синтетическое использование сложных эфиров минеральных кислот. Нуклеофильные свойства спиртов. Окисление и дегидрирование спиртов. Аллиловый спирт, пропаргиловый спирт, бензиловый спирт, ди- и трифенилкарбинол, методы синтеза и особенности химических свойств. Многоатомные спирты. Гликоли, способы их получения. Этиленгликоль, полиэтиленгликоли и их эфиры: свойства и основные пути использования. Пинаколиновая перегруппировка. Окисление гликолей. 1,4-Бутандиол. Глицерин. Пентаэритрит. Представления о свойствах винилового спирта, кето-фенольная таутомерия. Производные винилового спирта как мономеры. Оксипроизводные ароматических углеводов. Фенол и его гомологи, нафтолы. Номенклатура. Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро. Химические свойства. Причины повышенной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Рассмотрение ароматических окисоединений с позиций кетоенольной таутомерии и влияние ароматичности на положение таутомерного равновесия. Реакция Бухорера, ее техническое значение. Реакции электрофильного замещения, особенности их протекания и проведения. Перегруппировка сложных эфиров фенолов как способ ацилирования по кольцу. Конденсация фенолов с карбонильными соединениями, фенолформальдегидные смолы, дифенилол-пропан, основные пути использования замещенных фенолов. Реакции электрофильного замещения, характерные для фенолов и фенолятов, как ароматических соединений с повышенной реакционной способностью. Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы, фенольные стабилизаторы полимерных материалов. Перегруппировки алкиловых, аллиловых и сложных эфиров фенолов. Многоатомные фенолы. Пирокатехин и гидрохинон. Представления о природных соединениях – производных пирокатехина. Резорцин. Флюорогюцин. Диалкиловые эфиры: способы получения, взаимодействие с протонными кислотами и кислотами Льюиса, расщепление, окисление. Циклические простые эфиры.  $\alpha$ -окиси: получение, изомеризация, взаимодействие с галогенводородами, водой, спиртами, этиленгликолем, аммиаком и аминами, магнийорганическими соединениями. Эпихлоргидрин. Тетрагидрофуран. Диоксан. Виниловые эфиры. Алкиловые эфиры фенолов: получение, расщепление при действии кислот и его механизм, перегруппировки. Алкоксигруппа как заместитель в реакциях ароматического электрофильного замещения. Дифениловый эфир: получение и применение.

## **Металлоорганические соединения**

### ***Магний- и литийорганические соединения***

Способы получения. Природа связи углерод-металл. Химические свойства: взаимодействие с протонодонорными соединениями, галогенами, кислородом, галогенпроизводными углеводородов, карбонильными соединениями, производными карбоновых кислот и углекислотой. Использование в синтезе элементарорганических соединений.

### **Кислородсодержащие органические соединения**

#### ***Карбонильные соединения***

Классификация и номенклатура. Способы образования карбонильной группы. Синтез альдегидов и кетонов из карбоновых кислот и их производных. Получение ароматических карбонильных соединений. Электронное строение карбонильной группы: качественное описание в терминах локализованных  $\sigma$ - и  $\pi$ -МО, распределение электронной плотности. Основные спектральные характеристики и физические свойства. Химические свойства. Реакции с гетероатомными нуклеофилами, их механизм, роль кислотного и основного катализа. Взаимодействие с азотсодержащими нуклеофилами: общие черты механизма этих реакций и зависимость конечного результата от свойств промежуточных соединений. Взаимодействие с С-нуклеофилами: образование циангидринов, присоединение металлоорганических соединений и побочные процессы, осложняющие синтетическое использование этой реакции. Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений. Альдольно-кетоновая конденсация и ее механизм при кислотном и основном катализе. Конденсация альдегидов и кетонов с соединениями других типов, содержащими активную метиленовую группу. Полимеризация альдегидов. Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов до карбоновых кислот, свободно-радикальное хлорирование ароматических альдегидов, окисление кетонов без разрыва и с разрывом углерод-углеродных связей. Каталитическое гидрирование карбонильных соединений, восстановление комплексными гидридами металлов, спиртами в присутствии алкоголятов алюминия, амальгамированным цинком и соляной кислотой, восстановление кетонов металлами с образованием металлкетиллов пинаконов. Взаимодействие неенолизирующихся альдегидов со щелочами, бензоиновая конденсация. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах и кетонах. Азотсодержащие производные карбонильных соединений. Общие представления о сходстве электронного строения и химических свойств карбонильной и азометиновой групп. Восстановление оксимов, гидразонов, шиффовых оснований, восстановительное аминирование карбонильных соединений. Оксимы: геометрическая изомерия, превращения, катализируемые кислотами, перегруппировка оксима циклогексана и ее промышленное значение. Катализируемое основаниями разложение гидразонов как способ восстановления карбонильных соединений.

#### ***Дикарбонильные соединения***

Классификация, номенклатура. Способы получения. Глиоксаль, метилглиоксаль: образование устойчивых гидратов, катализируемые основаниями превращения в оксикислоты. Диметилглиоксим и комплексы металлов на его основе. Бензил, циклогексан-1,2-дион, бензиловая перегруппировка. Дикарбонильные соединения. Формилацетон: циклическая кетоновая конденсация. Дикетоны: кето-енольная таутомерия, алкилирование, образование хелатных комплексов с ионами металлов. Димедон и продукты его конденсации с альдегидами. Дикарбонильные соединения, использование в синтезе гетероциклических соединений. Фталевый диальдегид.

#### ***Непредельные карбонильные соединения***

Классификация. Непредельные альдегиды и кетоны. Общие методы синтеза: окисление олефинов по аллильному положению и спиртов аллильного типа, кетоновая конденсация карбонильных соединений. Синтез акролеина дегидратацией глицерина. Электронное строение: сопряжение связей и характер МО, распределение электронной плотности.



Химические свойства. Каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами металлов, спиртами, способы селективного проведения этих реакций по карбонильной группе или двойной углерод-углеродной связи. Восстановление металлами в присутствии источников протонов. Селективное окисление альдегидной группы. Реакции присоединения воды, спиртов, галогеноводородов, бисульфита натрия, аммиака и аминов, цианистого водорода, металлорганических соединений. Реакции конденсации с С–Н-активными соединениями. Эффект винилоггии и С–Н-активность, ненасыщенных карбонильных соединений. Кетены: методы синтеза, реакции присоединения к кетенам как разновидность реакции ацилирования, димеризация. Хиноны: общие методы синтеза, реакции восстановления и присоединения. Антрахинон.

### ***Карбоновые кислоты и их производные***

Классификация и номенклатура. Методы получения. Природные источники карбоновых кислот. Гидролиз тригалогенметильных производных как метод получения ароматических карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной и карбоксилатной групп. Физические свойства карбоновых кислот, водородные связи и образование димерных ассоциатов. Химические свойства. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном кольце. Образование производных карбоновых кислот: солей, сложных эфиров, галогенангидридов, ангидридов, аминов и нитрилов. Представления о механизме взаимопревращений карбоновых кислот и их производных, роль кислотно-основного катализа. Восстановление и галоидирование кислот. Реакции замещения в бензольном кольце кислот ароматического ряда. Представление об основных путях использования карбоновых кислот. Производные карбоновых кислот. Соли. Практическое использование солей карбоновых кислот. Хлорангидриды; реакции с нуклеофилами и использование хлорангидридов в качестве реагентов ацилирования, восстановления до альдегидов, реакции с магнийорганическими соединениями. Хлористый бензоил, получение, реакционная способность при взаимодействии с нуклеофилами в сравнении с хлорангидридами алифатических карбоновых кислот и особенности использования в качестве реагента бензоилирования. Сложные эфиры: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами металлов и металлами в присутствии источников протонов. Реакции переэтерификации и сложноэфирной конденсации. Представления об основных путях использования сложных эфиров. Ангидриды карбоновых кислот: реакции с нуклеофилами (ацилирование), уксусный ангидрид как С–Н-компонента в реакции конденсации с ароматическими альдегидами. Амиды: кислотно-основные свойства, причины понижения основности и повышения кислотности в сравнении с аммиаком и амминами, основные пути превращения в амины, представления об основных путях использования. Взаимопревращения амидов и нитрилов. Свойства нитрилов. Дикарбоновые кислоты. Классификация и номенклатура, методы синтеза. Получение щавелевой кислоты из формиата натрия. Химические свойства. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп. Образование производных по одной и обоим карбоксильным группам, смешанные производные. Щавелевая кислота: реакции декарбоксилирования, декарбонилирования, окисления. Диэтилоксалат, реакции сложноэфирной конденсации с его участием и их синтетического использование. Малоновая кислота: декарбоксилирование и причины повышенной легкости его протекания, конденсации с карбонильными соединениями. Свойства малонового эфира и их синтетическое использование: конденсации с карбонильными соединениями (реакция Кневенагеля), присоединение по кратной связи, активированной электроноакцепторными заместителями (реакция Михаэля), образование, алкилирование и окислительная конденсация натрамалонового эфира, превращение продуктов этих реакций в карбоновые кислоты. Янтарная и глутаровая кислоты: тенденция к образованию циклических ангидридов и имидов. Сукцинимид, его взаимодействие с бромом и щелочью,

использование N-бромсукцимида в синтезе. Адипиновая кислота и ее производные, их свойства и пути практического использования. Фталевая кислота и ее производные: фталевый ангидрид и его использование для синтеза антрахинона и его производных, триарилметановых красителей; фталимид и его использование для синтеза аминов (реакция Габриеля) и антрахиноновой кислоты; сложные эфиры и их практическое использование. Терефталевая кислота, диметилтерефталат и его промышленное использование. Производные угольной кислоты: мочевины и ее производные, сложные эфиры, изоцианаты, уретаны. Пути практического использования производных угольной кислоты. Непредельные монокарбоновые кислоты. Классификация. Методы получения  $\alpha$ -,  $\beta$ - непредельных карбоновых кислот из олефинов, ацетиленов, дикарбоновых, галоген- и оксикарбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и двойной связи. Реакция присоединения, причины ориентации, наблюдаемой в этих реакциях. Промышленные методы получения и пути использования акриловой, метакриловой кислот и их производных. Природные источники и практическое значение олеиновой кислоты и кислот с полиеновым углеродным радикалом. Непредельные дикарбоновые кислоты. Способы получения малеиновой кислоты и ее ангидрида. Stereoisomerism этилендикарбоновых кислот, взаимопревращения малеиновой и фумаровой кислот, проявления стереоизомерии в различиях их химических свойств и в пространственном строении продуктов их реакций, протекающих по двойной связи.

### ***Оксикислоты***

Классификация и номенклатура. Алифатические оксикислоты, общие методы синтеза. Представления о природных источниках оксикислот. Особенности физических свойств оксикислот. Химические свойства. Реакции дегидратации и зависимость их результата от взаимного расположения карбоксильной и оксигруппы. Представления о стереохимии оксикислот, реакции с обращением и сохранением конфигурации хирального центра. Aromatic оксикислоты: получение карбонизацией фенолятов и нафтолятов, взаимопревращения солей оксibenзойных кислот и влияние природы катиона щелочного металла и температуры на направление этих реакций. Получение простых и сложных эфиров, реакции азосочетания. Пути использования оксibenзойных и нафтольных кислот и их производных.

### ***Альдегидо- и кетокислоты***

Классификация и номенклатура. Простейшие  $\alpha$ -альдегидо- и  $\alpha$ -кетокислоты. Получение из кетонов, карбоновых кислот и их производных. Химические свойства как проявление характерных свойств двух функциональных групп.  $\beta$ -альдегидо- и  $\beta$ -кетокислоты, специфика их свойств. Получение сложных эфиров с помощью сложноэфирной конденсации. ацетоуксусный эфир, его C-N кислотность и таутомерия, образование металлических производных, их строение, двойственная реакционная способность и использование в синтезе кетонов и карбоновых кислот. Конденсация с карбонильными соединениями, присоединение к двойной связи, активированной электроноакцепторными заместителями, и синтетическое использование этих реакций. Взаимодействие с бисульфитом натрия, цианистым водородом, гидроксиламином и производными гидразина. Реакция бромирования, нитрирования, азосочетания, ацилирования, взаимодействие с магниорганическими соединениями и диазометаном

### ***Углеводы***

Оксикарбонильные соединения и их наиболее характерные химические свойства. Моносахариды и их классификация. Stereoisomerism, конфигурационные ряды. Кольчаточная таутомерия, мутаротация. Реакции, используемые для выяснения структурных и стереохимических характеристик моносахаридов: окисление и восстановление, ацилирование, алкилирование, образование фенилгидразонов и осазонов, переходы от низших моносахаридов к высшим и обратно, ди- и полисахариды, представления о распространении углеводов в природе и путях их использования.

### ***Простые эфиры***

Классификация, номенклатура. Диалкиловые эфиры: способы получения, взаимодействие протонными кислотами и кислотами Льюиса, расщепление, окисление. Циклические простые эфиры. -окиси: получение, изомеризация, взаимодействие с галогенводородами, водой, спиртами, этиленгликолем, аммиаком и аминами, магниорганическими соединениями. Эпихлоргидрин. Тетрагидрофуран. Диоксан. Виниловые эфиры. Получение из ацетилен и этилена. Гидролиз и причины большей легкости его протекания по сравнению с диалкиловыми эфирами, полимеризация. Алкиловые эфиры фенолов: получение, расщепление при действии кислот и его механизм, перегруппировки. Алкоксигруппа как заместитель в реакциях ароматического электрофильного замещения. Дифениловый эфир: получение и применение.

### **Азотсодержащие органические соединения**

#### ***Нитросоединения***

Классификация и номенклатура. Способы получения нитросоединений. Электронное строение нитрогруппы, характер его влияния на насыщенный, ненасыщенный и ароматический углеводородные радикалы. Химические свойства. Каталитическое гидрирование, восстановление в кислой, нейтральной и щелочной средах. С–Н-кислотность и связанные с ней свойства алифических нитросоединений. Таутометрия нитросоединений и реакции ациформы: гидролиз, перегруппировка в гидроксамовые кислоты. Свойства ароматических нитросоединений. Реакции электрофильного замещения, влияние нитрогрупп на скорость и ориентацию. Радикальное замещение нитрогруппы. Полинитро-ароматические соединения: реакции частичного восстановления, нуклеофильное замещение нитрогруппы. Нитропроизводные толуола: окисление, С–Н-кислотность и связанные с ней реакции. Продукты неполного восстановления нитросоединений. Нитросоединения: таутометрия, димеризация, реакции конденсации. фенилгидроксиламин, азоксибензол и их перегруппировки. Гидразобензол, бензидиновая и семидиновая перегруппировки.

#### ***Амины***

Классификация, номенклатура. Способы получения. Электронное строение аминогруппы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Основные спектральные характеристики. Химические свойства. Основность и кислотность аминов, зависимость от природы углеводородных радикалов. Взаимодействие с электронными реагентами: алкилирование, оксиалкилирование, ацилирование и его значение в химии аминов, взаимодействие с азотистой кислотой. Окисление алифатических и ароматических аминов. Основные представители алифатических аминов и пути их использования. Соли четвертичных аммониевых оснований: получение, электронное строение, практическое использование. Четвертичные аммониевые основания и окиси аминов: реакции разложения с образованием олефинов. Свойства ароматических аминов: взаимодействие с электрофилами, соотношения между различными направлениями этих реакций. Особенности протекания реакций алкилирования и сульфирования ароматических аминов, сульфаминовая кислота и сульфамидные препараты. Ацилирование ароматических аминов и его использование для проведения реакций галогенирования и нитрования. Нитрирование и диазотирование ароматических аминов. Важнейшие представители ароматических моно- и диаминов, основные пути их использования. Синтез гетероциклических соединений из орто-фениленамина и орто-аминофенола.

#### ***Диазо- и азосоединения***

Электронное строение солей диазония, катион диазония как электрофильный агент. Взаимопревращения различных форм азосоединений. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений. Реакции солей диазония, протекающие

без выделения азота. Азосочетание, диазо- и азосоставляющие, зависимость условий проведения азосочетания от природы азосоставляющей. Синтез, электронное строение и структурные особенности азокрасителей. Метилогранж и конго-красный как представители красителей, используемых в качестве индикаторов. Восстановление солей диазония и азосоединений, использование этих реакций для синтеза производных гидразина и аминов. Соли диазония как реагенты арилирования ароматических соединений.

### ***Аминокислоты***

Классификация и номенклатура. Структурные типы природных  $\alpha$ -аминокислот, стереохимия и конфигурационные ряды. Синтезы из кетонов через циангидрины, из малонового эфира, галоген- и кетонакарбоновых кислот. Методы синтеза  $\beta$ -аминокислот, основанные на реакциях непредельных и дикарбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот и зависимость их состояния от pH среды. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Взаимодействие с азотистой кислотой. Превращения, протекающие при нагревании аминокислот, и зависимость их результата от взаимного расположения функциональных групп. Основные реакции  $\alpha$ -аминокислот, протекающие в живых организмах. Представления о пептидном синтезе. Капролактамы и его техническое значение. Антралиловая и пара-аминобензойная кислоты: методы получения, свойства и пути использования.

### ***Белки***

Классификация. Представления о методах доказательства полипептидного строения, установления аминокислотного состава и последовательности аминокислотных фрагментов в полипептидной цепи. Вторичная структура. Основные функции белков в жизнедеятельности организмов.

### ***Соединения со смешанными функциями***

#### ***Галогензамещенные карбоновые кислоты***

Классификация и номенклатура. Способы получения. Химические свойства: влияние количества и расположения атомов галогенов на силу карбоновых кислот, реакции нуклеофильного замещения атома галогена и их синтетическое использование.

#### ***Гетероциклические соединения***

Общие представления и классификация. Ароматические гетероциклические соединения. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол). Общие методы синтеза и взаимопревращения. Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия с электрофилами. Реакции гидрирования и окисления. Фурфурол и тиофен-2-альдегид, пиррослизевая кислота. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфин. Пиррольный цикл как структурный фрагмент природных соединений. Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, основанные на использовании ароматических аминов и арилгидразонов. Химические свойства индола как аналога пиррола, синтез важнейших производных. Представления о природных соединениях индольного ряда, индиго. Пятичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами: основные методы синтеза, представления об электронном строении, ароматичности и химических свойствах. Шестичленные гетероциклы. Пиридин и его гомологи, изомерия и номенклатура производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла, проявления нуклеофильных свойств: реакции с электрофилами по атому азота и образование N-окиси. Отношение пиридина и его гомологов к окислителям, гидрирование пиридинового ядра. Влияние гетероатома на реакционную способность пиридинового цикла в целом и его отдельных положений. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина и его N-окиси. Реакции нуклеофильного замещения водорода и атомов галогенов. C–N-кислотность метильной группы в зависимости от ее расположения в пиридиновом ядре и проявления в химических свойствах пиколинов. Влияние положения функциональной группы в кольце на свойства окси-

и аминопиридинов, таутометрия оксипиридинов. Соли пиридиния, расщепление пиридинового ядра. Представления о природных соединениях и лекарственных средствах – производных пиридина. Хинолин и его простейшие производные. Методы построения хинолинового ядра, основанные на реакциях анилина с глицерином и карбонильными соединениями. Сходство и различия химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин. Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\beta$ -альдегидо- и  $\beta$ -кетокислот. Сходство и различия химических свойств пиридина и пиримидина.

#### ***Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты***

Основные компоненты первичной структуры нуклеиновых кислот. Нуклеотиды и нуклеозиды. Рибо- дезоксирибо-нуклеиновые кислоты, роль водородных связей в формировании вторичной структуры нуклеиновых кислот. Представления о механизме биосинтеза белка и передачи наследственной информации. Нуклеотиды и нуклеозиды.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);
- владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### ***знать:***

- основные место органической химии в системе наук; основные теоретические положения и понятия органической химии: химическое строение, электронные конфигурации атомов, способы получения, свойства;
- сущность реакций и процессов, используемых в органической химии;
- основные приемы, применяемые для очистки и выделения органических соединений;
- номенклатуру органических соединений;

##### ***уметь:***

- прогнозировать реакционную способность органических молекул с позиций современных электронных представлений;
- идентифицировать и анализировать органические соединения при помощи химических, физико-химических и физических методов исследования;
- использовать оборудование, необходимое для проведения экспериментов по органической химии;

##### ***владеть:***

- методами планирования органического эксперимента;
- основными приемами, применяемыми для очистки и выделения органических соединений;
- методами постановки химического эксперимента;
- методами обработки полученных результатов.

## **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

18 зачетных единиц (648 часов).

## **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (3 сем.), дифференцированный зачет – курсовая работа (4 сем.), экзамен (4 сем.).

# **Физическая химия**

## **I. Физическая химия: введение**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физическая химия: введение» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.11.1.

### **2. Цели освоения дисциплины:**

- овладение базисными знаниями физической химии как теоретического фундамента современной химии;
- понимание смысла основных законов, областей применения этих законов, их принципиальных возможностей при решении конкретных задач.

Преподавание данного курса предшествует преподаванию неорганической, аналитической и органической химии и призвано, ознакомив студентов с основными законами химии, подготовить их к осознанному изучению этих дисциплин.

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

#### **Частицы**

#### ***Строение атома. Основные понятия и определения***

Элементарные частицы, образующие атом: электрон, протон, нейтрон. Их масса, заряд, спин. Атомное ядро. Атомный номер. Элемент. Атомная масса элемента. Атомные единицы массы. Изотопы. Массовое число изотопа. Стабильные изотопы и их распространенность в природе.

#### ***Радиоактивность***

Радиоактивные изотопы. Естественная радиоактивность. Радиоактивные ряды. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Искусственная радиоактивность. Методы меченых атомов. Синтез новых элементов.

#### ***Атом водорода***

Электрон в атоме водорода. Состояние электрона в атоме водорода. Волновая функция электрона. Атомные орбитали. Энергетические уровни. Квантовые числа и их допустимые значения. Переходы между энергетическими уровнями. Формула Планка. Спектр атома водорода. *s*-, *p*-, *d*- и *f*-состояния. Форма электронного облака для *s*- и *p*-состояний.

#### ***Многоэлектронные атомы***

Состояние электрона в многоэлектронном атоме. Межэлектронное взаимодействие. Принцип Паули. Порядок заполнения атомных орбиталей. Электронные конфигурации атомов и Периодическая система элементов. Спаренные и неспаренные электроны. Правило Хунда. Потенциал ионизации. Сродство к электрону. Электроотрицательность и ее шкала. Возбужденные и ионизованные атомы. Гибридные атомные орбитали.

#### ***Химическая связь***

Качественная квантово-механическая трактовка химической связи. Химическая связь в ионе  $\text{H}_2^+$ . Потенциальная кривая молекулы. Молекулярные орбитали. Длина связи. Энергия связи. Двухатомные частицы: ионы и молекулы, состоящие из элементов I и II периодов. Энергетическая диаграмма молекулярных орбиталей. Правила заполнения молекулярных орбиталей электронами. Кратность (порядок) связи. Геометрия молекул с точки зрения гибридизации и метода отталкивания валентных электронных пар. Двухэлектронные связи. Ковалентность атомов. Взаимная ориентация гибридных орбиталей типа *sp*, *sp*<sup>2</sup>, *sp*<sup>3</sup>, *d*<sup>2</sup>*sp*<sup>3</sup>. Углы между связями в многоатомных молекулах. Многоцентровые молекулярные орбитали. Электронодефицитные частицы. Сопряженные кратные связи.

## **Взаимодействие частиц**

### ***Электрические и магнитные свойства молекул***

Полярные молекулы. Дипольный момент химической связи. Зависимость дипольного момента молекулы от полярности связей и геометрии молекул. Поляризуемость химических связей и молекул. Диэлектрическая постоянная. Магнитный момент частиц. Парамагнетизм и диамагнетизм.

### ***Состояние многоатомных частиц***

Типы движений и степени свободы частицы. Энергетические уровни поступательного, вращательного и колебательного движений частицы. Закон о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутреннее вращение и конформация молекул.

### ***Нековалентные взаимодействия***

Нековалентные взаимодействия – фактор, приводящий к переходу в конденсированное состояние. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия – универсальный тип межмолекулярных взаимодействий. Молекулярные твердые тела и жидкости. Пространственные модели молекул. Конденсированное состояние с водородными связями. Ковалентные и ионные кристаллы.

### ***Физические методы исследования строения молекул***

Электромагнитное излучение и вещество. Энергия, частота, длина волны и волновое число электромагнитного излучения. Спектры поглощения и испускания атомов и молекул. Электронная и колебательная спектроскопия. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

## **Общая теория химического равновесия**

### ***Состояния макроскопических систем***

Фаза. Гомогенные и гетерогенные системы. Система (открытая, закрытая, изолированная). Параметры состояния. Уравнения состояния. Процесс (обратимый и необратимый; равновесный и неравновесный). Интенсивные и экстенсивные величины. Функция состояния. Стандартные условия.

### ***Термодинамическое описание химического процесса***

Первый закон термодинамики. Работа расширения при различных процессах. Энтальпия. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования и теплоты сгорания веществ. Теплоемкость. Уравнение Кирхгофа. Второй закон термодинамики. Микроскопическое описание макроскопических систем. Термодинамическая вероятность. Энтропия. Постулат Планка. Термодинамические потенциалы (энергия Гиббса, энергия Гельмгольца). Химический потенциал. Направление процесса и условия равновесия. Условия равновесия системы для изобарно-изотермического и изохорно-изотермического процессов. Условия самопроизвольного протекания процессов.

### ***Общая теория химического равновесия***

Стехиометрическое уравнение химического процесса. Уравнение изотермы химической реакции. Произведение реакции и константа равновесия. Закон действующих масс. Принцип Ле-Шателье. Изотерма химической реакции. Связь стандартного изменения энергии Гиббса реакции с константой равновесия. Связь константы равновесия со стандартным значением изменения энергии Гиббса. Равновесие в гетерогенных реакциях. Влияние концентрации, давления и температуры на состояние химического равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры (уравнение Вант-Гоффа).

## **Равновесия в растворах**

### ***Растворы***

История развития взглядов на природу растворов. Идеальный, предельно разбавленный, реальный растворы. Химический потенциал компонента и его зависимость от состава раствора. Активность. Коэффициент активности. Законы Рауля и Генри. Осмотическое давление. Отклонения от законов Рауля и Вант-Гоффа растворов электролитов. Коэффициент активности. Ионная сила раствора. Уравнение Дебая-Хюккеля.

### ***Кисотно-основное равновесие. Равновесие между труднорастворимым соединением и его ионами в растворе***

Кислоты и основания. Сопряженная пара кислота-основание. Константа ионизации (кислотности и основности). Ионное произведение воды. Концентрация ионов водорода (рН). Гидролиз солей. Константа гидролиза. Буферные растворы. Уравнение Гендерсона. Свойства буферных растворов. Многоступенчатая диссоциация. Произведение растворимости. Растворимость. Влияние рН на процессы растворения и осаждения труднорастворимых солей и гидроксидов.

### ***Окислительно-восстановительное равновесие***

Окислитель, восстановитель, окисление, восстановление. Стандартный потенциал электрода и сила окислителя. Уравнение Нернста. Гальванические элементы. ЭДС гальванического элемента, её связь с энергией Гиббса процесса. Направление процесса и условие равновесия. Электроды первого и второго рода. Некоторые типы электродов (каломельный и хлорсеребряный, стеклянный). Величины электродных потенциалов по уравнению Нернста для электродов различных типов.

### ***Кинетика химических реакций***

#### ***Основные понятия химической кинетики***

Скорость химической реакции. Кинетическая кривая реакции. Порядок реакции. Константа скорости. Механизм реакции. Элементарные (простые) и сложные реакции. Необратимые (односторонние) и обратимые реакции. Кинетическое уравнение. Время полупревращения.

#### ***Элементарные химические реакции***

Молекулярность химической реакции. Поверхность потенциальной энергии. Энергетический барьер реакции. Активированный комплекс. Температурная зависимость константы скорости (уравнение Аррениуса). Энергия активации. Соотношение между константами скорости прямой и обратной реакции. Соотношение между энергиями активации прямой и обратной реакций.

#### ***Теории элементарного акта химической реакции. Сложные химические реакции***

Основные положения теории активированного комплекса и теории столкновений. Механизм химической реакции. Обратимые реакции. Параллельные и последовательные реакции. Принцип независимости элементарных реакций. Кинетические уравнения сложных реакций. Скорость определяющая стадия. Сопряженные химические реакции. Свойства сопряженных реакций. Химическая индукция. Каталитические реакции. Катализатор. Гомогенный и гетерогенный катализ.

#### ***Цепные реакции***

Основные теории неразветвленных цепных реакций. Зарождение, продолжение, обрыв цепи. Разветвленные цепные реакции. Основное уравнение кинетики цепных реакций. Некоторые кинетические особенности цепных реакций. Инициирование и ингибирование цепных реакций.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### ***знать:***

- основы современных теорий в области физической химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач в любых областях химии.

##### ***уметь:***

- применять основные положения и понятия физической химии;
- устанавливать соответствие между признаками и их определениями;
- решать основные типы задач;



- самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по физической химии.
- владеть:**
- методикой проведения физико-химических расчетов с помощью известных формул и уравнений.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

5 зачетных единиц (180 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.).

**II. Физическая химия: химическая термодинамика**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физическая химия: химическая термодинамика» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.11.2.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- овладение основным понятийно-терминологическим и методологическим аппаратом термодинамики и получение навыков его применения для анализа химических процессов и фазовых равновесий.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Основы химической термодинамики**

***Основные понятия термодинамики; уравнения состояния***

Системы, переменные, параметры и функции. Составляющие вещества и компоненты. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Состояния и процессы. Функции состояния и функции перехода. Флуктуации. Релаксационный процесс. Первый постулат. Второй постулат (нулевой закон). Температура как интенсивная переменная. Связь внутренних переменных с внешними переменными и температурой или внутренней энергией. Термическое и калорическое уравнение состояния. Вариантность системы. Идеальный и реальные газы. Фактор сжимаемости. Критические константы. Эмпирические параметры. Уравнения Ван-дер-Ваальса, Бергло, Дитеричи, Битти-Бриджмена. Вириальное уравнение Каммерлинг-Оннеса. Построение Максвелла. Приведенные переменные. Закон соответственных состояний. Вириальные коэффициенты. Температура Бойля. Термические коэффициенты. Цепочное соотношение Эйлера. Уравнение состояния конденсированной фазы.

***Первый закон термодинамики***

Энергия изолированной системы. Функции перехода (пути) не являются полным дифференциалом. Эквивалентность теплоты и работы. Первый закон для открытых систем. Химическая работа. Химический потенциал. Энергия системы и ее составляющие. Работа как произведение обобщенной силы на изменение обобщенной координаты. Виды работ. Полезная (немеханическая) работа. Дифференциальное выражение первого закона. Расчет механической работы при расширении против внешнего давления. Уравнение адиабаты. Обратимый адиабатический процесс. Работа идеального газа в различных процессах. Теплота. Изохорная и изобарная теплоемкость, скрытая теплота изотермического расширения и сжатия, скрытая теплота изохорного сжатия. Истинная и средняя теплоемкость. Мольные теплоемкости. Опыты Джоуля по изотермическому расширению идеального газа. Изобарная и изохорная теплоемкости конденсированной фазы. Энтальпия. Зависимость изохорной теплоемкости от объема. Зависимость изобарной теплоемкости от давления. Теплоемкость идеального газа не зависит от объема и давления. Внутренняя энергия как функция состояния. Вспомогательные дифференциальные уравнения для энтальпии. Уравнение Дебая.

***Термохимия***

Изменение внутренней энергии при постоянном объеме и при постоянном давлении. Независимость теплоты химической реакции от пути проведения процесса. Оператор химической реакции. Энтальпия реакции. Связь между энтальпией реакции и тепловым

эффектом при постоянном объеме при участии в реакции идеальных газов. Стандартные состояния. Стандартные энтальпии: реакции, образования, сгорания. Первое и второе следствия из закона Гесса. Энергия связи. Дифференциальная и интегральная формы уравнения Кирхгофа. Температурная зависимость разности изобарных теплоемкостей продуктов реакции и исходных веществ. Влияние этой зависимости на изменение энтальпии реакции при изменении температуры. Аппроксимация экспериментальных данных по теплоемкости. Предельные значения теплоемкостей при низких температурах, в том числе для слоистых и цепных структур. Мольная теплоемкость идеальных одноатомных и двухатомных газов. Теплоемкость жидкости. Интерполяционные формулы для расчета теплоемкости. Температурная зависимость теплоемкости вещества. Способы оценки теплоемкости. Отличие энтальпии реакции между реальными газами от аналогичной величины для идеальных газов. Зависимость энтальпии реакции от давления для конденсированной фазы. Энтальпии растворения и разведения.

### ***Второй закон термодинамики; энтропия***

Энтропия как экстенсивная функция состояния. Изменение энтропии при протекании в изолированной системе необратимых процессов. Энтропия изолированной системы при состоянии термодинамического равновесия. Неравенство Клаузиуса. Диссипативные процессы. Некомпенсированная теплота. Изменение энтропии, вызванное равновесным теплообменом с окружением. Рост энтропии из-за необратимых процессов в системе. Обобщенная форма записи первого и второго законов термодинамики (фундаментальное уравнение Гиббса). Частные производные энтропии по экстенсивным переменным. Выравнивание интенсивных переменных контактирующих систем при термодинамическом равновесии. Анализ изолированной системы, состоящей из двух подсистем, открытых по отношению друг к другу. Химическая переменная. Химическое сродство. Абсолютная энтропия. Третий закон термодинамики (постулат Планка). Термодинамическая вероятность. Формула Больцмана. Расчет изменения энтропии в различных процессах. Расчет энтропии по результатам изменения теплоемкости. Абсолютные энтропии участников реакции при давлении.

### ***Термодинамические потенциалы***

Внутренняя энергия и энтропия как характеристические функции. Преобразования Лежандра для характеристических функций (энтальпия, энергия Гельмгольца, энергия Гиббса). Отсутствие абсолютных значений у термодинамических потенциалов. Соотношения Максвелла. Полный (электрохимический) потенциал. Связь между характеристической функцией и термодинамическими потенциалами. Зависимость энергии Гиббса при: а) изменении  $T$  и  $p$ ; б) изотермическом расширении и сжатии; в) химической реакции. Стандартные приведенные потенциалы.

### ***Приложения химической термодинамики***

#### ***Термодинамика растворов***

Параметр однородности. Теорема Эйлера. Парциальные мольные величины и уравнения Максвелла. Уравнение Гиббса-Дюгема. Относительные парциальные мольная величина и интегральное свойство. Точечная, линейная и плоская фазы. Симметричная и ассиметричная системы отсчета свойств. Функция смещения. Изотермы давления пара при положительных и знакопеременных отклонениях от закона Рауля. Изменение мольных термодинамических функций при образовании бинарного идеального раствора. Мольная энергия Гиббса неидеального бинарного раствора. Уровень отсчета свойств раствора. Параметр стабильности. Избыточная энергия Гиббса. Регулярные, квазирегулярные, субрегулярные и атермальные растворы. Метод Даркена при расчете активности второго компонента.

#### ***Правило фаз и равновесия в однокомпонентных системах***

Формульные матрицы многокомпонентных систем. Двухсторонний и граничный экстремумы Гиббса при расчете равновесий. Гомогенные и гетерогенные системы. Диаграммы состояний. Однокомпонентные четырехфазные системы. Расчет фазовых

равновесий из общего и частных условий. Устойчивые и метастабильные фазовые диаграммы. Условия равновесия в дифференциальной форме. Фазовые равновесия второго рода.

#### ***Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах***

Алгоритм расчета бинарных диаграмм состояния. Уравнение материального баланса. Термодинамические модели фаз. Обобщенное уравнение Ван-дер-Ваальса. Законы Коновалова. Уравнения Планка-Ван Лаара и Шредера.

#### ***Химическое равновесие***

Зависимость энергии Гиббса системы от химической переменной. Изотерма и стандартная энергия Гиббса химической реакции. Закон действующих масс. Биохимические стандартные состояния. Изобара и изохора химической реакции. Зависимость логарифма константы равновесия от температуры. Зависимость константы равновесия от давления, присутствия катализатора и от природы растворителя.

#### ***Статистическая термодинамика***

##### ***Ансамбли***

Классическая статистическая термодинамика. Гамильтониан системы. Фазовое пространство и фазовая траектория. Ячейки Больцмана. Функция распределения.

##### ***Сумма по состояниям и статистический интеграл. Расчет термодинамических свойств идеальных и реальных газов***

Основной постулат. Уравнение и теорема Лиувилля. Микроканонический ансамбль. Дельта-функция Дирака. Канонический ансамбль. Распределение Максвелла. Большой канонический ансамбль. Квантовая статистическая термодинамика. Матрица плотности. Суммирование по квантовомеханическому базису. Уравнение фон Неймана. Распределение, формула и постоянная Больцмана. Остаточная энтропия. Логарифм фазового объема. Плотность энергетических состояний. Фазовый интеграл. Большая статистическая сумма. Свойства различных видов внутренней энергии. Эффективные вращательная и колебательная температуры. Конфигурационный интеграл. Межмолекулярные потенциалы и соответствующие им функции Майера. Формула Закура-Тетроде. Теорема о распределении по степеням свободы. Закон соответственных состояний. Теоретическое обоснование вириального разложения.

#### ***Неравновесная термодинамика***

##### ***Линейная неравновесная термодинамика***

Соотношение де Донде. Производство энтропии. Функция диссипации. Феноменологические коэффициенты и соотношения взаимности Онсагера. Теорема Глансдорфа-Пригожина. Логистическое отображение.

##### ***Сильно неравновесные системы***

Самоорганизация. Влияние управляющего параметра на стационарное состояние системы. Устойчивость стационарных состояний. Модель брюсселятора для колебательной реакции Белоусова-Жаботинского. Схема реакции с самокатализом для объяснения хиральной асимметрии аминокислот и углеводов.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### ***знать:***

- взаимосвязь физико-химических результатов, приложений и формул с фундаментальными законами химической термодинамики;
- зависимость соответствия между любой термодинамической системой и реальным физико-химическим объектом от тех приближений, которые выбраны в рамках используемой модели;

- взаимосвязь всех термодинамических переменных, характеризующих количественно любую термодинамическую систему, и принципы их условного деления на независимые переменные и термодинамические функции для удобства построения математического аппарата;
- методы установление связей между макроскопическим и микроскопическим подходами описания систем, состоящих из большого числа частиц, основанные на понятиях классической и квантовой (для систем с дискретными уровнями энергии) статистической термодинамики;
- постулаты статистической механики, характеризующие связь между функцией распределения равновесных, слабо неравновесных и сильно неравновесных систем и их термодинамическими свойствами;
- линейную и нелинейную зависимость сложного динамического поведения типичных неравновесных систем от флуктуаций и неустойчивости к начальным условиям;
- принципы анализа устойчивости стационарных состояний нелинейных систем.

***уметь:***

- выделять термодинамическую систему в виде материального объекта внешней среды, способного обмениваться с другими телами энергией и (или) веществом, с помощью реально существующей или воображаемой граничной поверхности;
- производить выбор веществ, составляющих термодинамическую систему, таким образом, чтобы с их помощью можно было описать любые возможные изменения в химическом составе каждой из частей системы и чтобы их количество удовлетворяло условиям электронейтральности и материального баланса;
- выделять термодинамические параметры системы и ранжировать их в порядке смысловой значимости;
- формулировать сущность решаемой термодинамической задачи, оценивать степень обеспеченности ее исходными термодинамическими константами, возможности ее решения в том или ином термодинамическом приближении;
- рассчитывать средние значения основных физических величин в закрытых системах при помощи уравнений для классической и квантовой функций распределения канонического ансамбля;
- рассчитывать термодинамические функции системы и определять ее уравнение состояния, если известны суммы по состояниям;
- анализировать весь репертуар возможных сценариев поведения систем, зависящих от управляющих параметров.

***владеть:***

- приемами применения термодинамических методов для анализа физических и физико-химических явлений в реальных процессах (химические реакции, фазовые переходы, процессы в растворах);
- основными алгоритмами расчета фазовых равновесий в современных электронных базах термодинамических данных;
- методикой создания компьютерных моделей изобарных диаграмм тройных систем;
- навыками расчета суммы по состояниям идеальных и реальных газов и статистическим расчетом термодинамических свойств идеальных и реальных систем;
- методологией анализа причин возникновения самоорганизации в нелинейных сильно неравновесных системах в определенном диапазоне изменения управляющих параметров;
- методами структурирования учебных текстов, способствующими переводу полученных знаний из кратковременной памяти в долговременную (разработка компьютерных версий традиционных учебников по химической термодинамике);

- навыками взаимодействия специалистов различного профиля при выполнении междисциплинарных проектов (совместное выполнение учебно-исследовательских заданий по моделированию фазовых диаграмм со студентами Института математики и информатики БГУ).

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

7 зачетных единиц (252 часа).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет – курсовая работа (5 сем.), экзамен (5 сем.).

### **III. Физическая химия: химическая кинетика**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физическая химия: химическая кинетика» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.11.3.

**2. Цели освоения дисциплины:**

- понимание смысла основных законов и теоретических положений химической кинетики;
- овладение методами исследования кинетических закономерностей химических процессов, знанием области применения законов химической кинетики при решении конкретных задач.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Формальная кинетика простых реакций**

***Основные понятия химической кинетики***

Химическая кинетика – наука о скоростях и механизмах химических реакций. Несоответствие механизмов реакций и их стехиометрических уравнений. Механизм разложения  $N_2O$ ,  $N_2O_5$ , синтеза  $HBr$  и  $HI$ . Основные понятия химической кинетики. Определение скорости реакции. Кинетический закон действия масс и область его применимости. Порядок реакции. Кинетические кривые. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции на примере реакции образования  $HBr$ . Молекулярность элементарных реакций. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Опытная энергия активации.

***Кинетические уравнения реакций простых типов в замкнутых системах. Методы определения порядка реакции и константы скорости***

Необратимые реакции нулевого, первого и второго порядков. Необратимые реакции порядка  $n$ . Определение констант скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции и вида кинетического уравнения. Время полупревращения и среднее время жизни.

***Кинетика химических реакций, протекающих в потоке***

Реакции в потоке. Реакторы идеального вытеснения и идеального смешения. Определение кинетических постоянных для различных реакций первого порядка в реакторе идеального смешения.

**Кинетика сложных реакций**

***Обратимые, параллельные, последовательные реакции***

Сложные реакции. Принцип независимости протекания элементарных стадий. Методы составления кинетических уравнений. Обратимые реакции первого порядка. Определение элементарных констант из опытных данных. Параллельные реакции. Последовательные реакции на примере двух необратимых реакций первого порядка.

***Приближенные методы. Расчета кинетики сложных реакций***

Кинетический анализ процессов, протекающих через образование промежуточных продуктов. Принцип квазистационарности Боденштейна и область его применимости. Квазиравновесие. Уравнение Михаэлиса-Ментэн.

### ***Цепные реакции***

Цепные реакции. Элементарные процессы возникновения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Длина цепи. Различные методы расчета скорости неразветвленных цепных реакций. Применение метода стационарности для составления кинетических уравнений неразветвленных цепных реакций на примере темнового образования НВг.

Разветвленные цепные реакции. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях на примере реакции окисления водорода. Полуостров воспламенения. Период индукции. Зависимость скорости реакции на нижнем пределе воспламенения от диаметра сосуда и природы его поверхности. Применение метода квазистационарных концентраций для описания предельных явлений в окрестностях первого и второго пределов воспламенения.

### **Теории химической кинетики**

#### ***Поверхность потенциальной энергии для системы атомов, участвующих в элементарном акте химической реакции***

Поверхность потенциальной энергии. Поверхность потенциальной энергии для взаимодействия трех атомов водорода. Путь реакции. Переходное состояние. Понятие о современных методах расчета поверхности потенциальной энергии.

#### ***Основные положения теории активированного комплекса***

Метод переходного состояния (активированного комплекса). Свойства активированного комплекса. Статистический расчет константы скорости. Основные допущения теории активированного комплекса и область его применимости. Трансмиссионный коэффициент. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энтропия активации. Соотношения между опытной и истинной энергией активации.

#### ***Основные положения теории активных соударений***

Теория соударений в химической кинетике. Ее приближенная и более строгая формулировка. Формула Траутца-Льюиса. Стерический множитель.

#### ***Применение теорий химической кинетики для расчета констант скорости***

Мономолекулярные реакции. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Область применимости полученных соотношений. Теория соударений в применении к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана и ее сопоставление с опытными данными. Причины неточности схемы Линдемана. Поправки Гиншельвуда и Касселя. Понятие о теории РРKM. Бимолекулярные реакции. Теория активированного комплекса в применении к бимолекулярным реакциям различного типа. Теория соударений в применении к бимолекулярным реакциям. Сопоставление результатов теории соударений и теории активированного комплекса. Оценка стерического множителя теории активных соударений. Тримолекулярные реакции. Применение теории активированного комплекса для описания тримолекулярных реакций с участием окиси азота. Теория соударений в применении к тримолекулярным реакциям. Сопоставление результатов обеих теорий.

#### **Реакции в конденсированных средах**

Реакции в растворах. "Клеточный эффект". Уравнение Бренстеда-Бьеррума. Уравнение Смолуховского.

#### **Фотохимические реакции**

Фотохимические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Принцип Франка-Кондона. Фотохимические активные частицы. Эксимеры, эксиплексы и их свойства. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Квантовый выход. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Закон Ламберта-Бера. Определение кинетических постоянных фотохимических реакций методом стационарных концентраций. Схема Штерна-Фолмера.

## **Катализ**

### ***Сущность катализа. Гомогенный катализ***

Определение катализа. Общие принципы катализа. Роль катализа в химии. Основные промышленные каталитические процессы. Примеры механизмов каталитических процессов.

Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного типа. Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа. Твердые кислоты как катализаторы. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа. Уравнение Бренстеда и его использование в кинетике каталитических реакций. Специфический и общий основной катализ.

### ***Гетерогенный катализ***

Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области; область внешней и внутренней диффузии). Механизмы гетерогенных каталитических реакций. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для реакции на однородной поверхности катализатора.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### ***знать:***

- основы современных теорий в области химической кинетики и способы их применения для решения теоретических и практических задач в любых областях химии;

##### ***уметь:***

- самостоятельно ставить задачу кинетического исследования в химических системах, выбирать оптимальные пути и методы решения подобных задач как экспериментальных, так и теоретических;
- обсуждать результаты кинетических исследований, ориентироваться в современной литературе по химической кинетике, вести научную дискуссию по вопросам химической кинетики;

##### ***владеть:***

- основными законами химической кинетики, основами катализа, методологией стандартных кинетических измерений и расчетов кинетических характеристик химических процессов.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

9 зачетных единиц (324 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация дифференцированный зачет – курсовая работа (6 сем.), экзамен (6 сем.).

## **Химические основы биологических процессов**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Химические основы биологических процессов» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.12.

### **2. Цели освоения дисциплины:**

- раскрыть смысл основных химических закономерностей биологических процессов;

- научить студентов понимать химическую целесообразность биологических процессов;

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

#### **Введение**

Определение живого. Свойства живой материи. Строение растительной и животной клеток. Особенности элементного и химического состава живой материи. Методы биохимических исследований и их характеристика.

#### **Аминокислоты. Белки.**

Аминокислоты как структурные элементы белков. Номенклатура и классификация аминокислот. Оптические стереоизомеры, их краткая характеристика. Понятие о заменимых и незаменимых аминокислотах. Биполярный ион. Буферные свойства аминокислот. Физические и химические свойства аминокислот. Понятие об изоэлектрической точке. Методы определения аминокислотного состава живых организмов.

Роль белков в построении живой материи и в процессах жизнедеятельности. Элементный состав белка. Структура белковой молекулы. Полипептидная теория строения белка. Функции белков: структурная, каталитическая, защитная, гормональная, транспортная и др. Простые и сложные белки. Денатурация и ренатурация белков.

#### **Общие свойства и структура ферментов**

Общее понятие о ферментах. Номенклатура и классификация ферментов. Сходства и различия в структуре и действии ферментов и неорганических катализаторов. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Свойства ферментов: термолабильность, рН-зависимость, специфичность, обратимость действия. Механизм действия ферментов. Активаторы и ингибиторы. Внутриклеточная локализация ферментов и их значение.

#### **Липиды. Биологические мембраны**

Биологические мембраны. Определение, строение и свойства. Липиды. Классификация, химическая структура. Гидрофобные взаимодействия. Липидные мицеллы, бислои, липосомы. Мембранные белки. Особенности строения. Мембранный транспорт. Ионные каналы и насосы.

#### **Обмен веществ и энергии**

Биоэнергетика. Обмен веществ и энергии – основа жизнедеятельности живых организмов. Ассимиляция и диссимиляция. Промежуточный обмен веществ. Регуляция обмена веществ. Биологическое окисление как основной механизм освобождения энергии в живых организмах. Аэробный и анаэробный тип энергетике. Дыхательная цепь. Общее представление о ферментах биологического окисления. Определение биоэнергетики. Свободное окисление и окисление, сопряженное с фосфорилированием. Локализация окислительного фосфорилирования в клетке.

#### **Биологически активные вещества**

Гормоны. Характеристика важнейших представителей пептидных гормонов. Общее представление о природе и роли витаминов. Авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы. Причины возникновения дефицита витаминов в организме. Номенклатура и классификация витаминов. Характеристика важнейших представителей жирорастворимых витаминов.

#### **Углеводы. Обмен углеводов**

Общая характеристика углеводов и их характеристика. Простые и сложные углеводы. Полисахариды: классификация, химическая структура, свойства, важнейшие представители (крахмал, гликоген, клетчатка). Биологическая роль углеводов. Биосинтез углеводов. Механизм первичного биосинтеза углеводов в процессе фотосинтеза и хемосинтеза. Обмен глюкозы-6-фосфат (дихотомический и апотомический пути, их соотношение в организме). Обмен пировиноградной кислоты. Цикл Кребса, его роль в энергообразовании. Гликолиз и гликогенолиз.



## **Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка**

Нуклеиновые кислоты – высокомолекулярные, линейные, полярные биополимеры. Первичная структура полимерной цепи ДНК. Вторичная структура ДНК. Изогеометричность комплементарных пар, стекинг. Топология ДНК - суперспирализация. Первичная структура РНК. Отличия от ДНК. Вторичная структура РНК. Третичная структура РНК. Мимикрия пространственной структуры РНК и белка. РНК-ферменты – рибозимы. Функции нуклеиновых кислот. Понятие о трансляции. Генетический код, его свойства. Декодирование. Активация аминокислот. Аминоациладенилат. Структура рибосомы. Цикл работы рибосомы. Схема образования пептидной связи. Полисомы. Посттрансляционное формирование структуры белка. Основы генетической инженерии.

### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4).

### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- строение и свойства основных химических компонентов живой материи;
- особенности структуры и функционирования белковых молекул и их комплексов как носителей жизни;
- молекулярные основы биосинтеза природных полимеров;
- принципы регуляции обмена веществ;
- взаимосвязь обмена соединений различных классов биомолекул;

#### **уметь:**

- систематизировать и обобщать знания, полученные при изучении дисциплины;

#### **владеть:**

- современными представлениями о химических основах жизненно важных процессов и явлений и их регуляции.

### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

10 зачетных единиц (360 часов).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

## **Высокомолекулярные соединения**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.13.

### **2. Цели освоения дисциплины:**

- знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями.

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

Цели химии полимеров, основные понятия и определения.

Номенклатура и классификация полимеров по химическому строению и способу получения, связь с физико-химическими свойствами полимеров.

Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Усредненные молекулярные массы. Нормальное (вероятное) распределение. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Макромолекулы: конфигурация и конформация.

Полимеризация, определение, классификация, основные свойства. Радикальная полимеризация. Анионная полимеризация. Катионная полимеризация. Ионно-координационная полимеризация. Соплимеризация. Ступенчатая полимеризация.

Полимеризация в массе. Полимеризация в растворе. Суспензионная полимеризация. Эмульсионная полимеризация. Поликонденсация в расплаве. Поликонденсация в растворе. Поликонденсация на границе раздела фаз.

Компаундирование, каландрование, литье в форме, ротационное литье, отливка пленок, литье под давлением, пневмоформование, экструзия, формование листовых термопластов, вспенивание, армирование, прядение волокон.

Гауссово распределение векторов между концами цепи для идеальной цепи. Высокоэластичность полимерных сеток: свойство высокоэластичности, упругость отдельной идеальной цепи, упругость полимерных сеток.

Дилатометрия: фазовые переходы и связанные с ними свойства полимеров. Способы описания механических свойств, основы реологии: упругое поведение, вязкое поведение, модель Максвелла, модель Кельвина.

Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Аморфные состояния, стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Кристаллическое состояние. Жидкокристаллическое состояние, термотропные и лиотропные структуры. Надмолекулярные структуры.

Реакции без изменения степ. полимеризации: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. Реакции с изменением степ. полимеризации: деструкция полимеров, её механизмы (термоокислительная и др. виды). Деполимеризация. Принципы стабилизации полимеров. Модифицирование ВМС и ПМ.

Образование растворов высокомолекулярных веществ, идеальные, бесконечно разбавленные, неидеальные растворы. Особенности растворения полимеров.

Свободная энергия смешения реальных растворов. Отклонение поведения растворов полимеров от поведения идеальных растворов. Теория полимерных растворов Флори-Хагинса. Критические явления в растворах полимеров, стабильность растворов, диаграммы растворимости, и состояние.

Коллигативные свойства растворов, осмотическое давление. Гидродинамические свойства растворов, вязкость и уравнение Эйнштейна, уравнение Хагинса для растворов полимеров. Связь между вязкостью и размерами полимерных клубков.

Концентрационные границы между областями разбавленных, полуразбавленных и концентрированных растворов. Тэта-условия. Невозмущенные размеры макромолекул. Эффект исключенного объема. Внутри и межмолекулярные взаимодействия. Полиэлектролиты, расширение и коллапс клубков.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- важнейшие особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающих их от свойств низкомолекулярных соединений;
- принципы синтеза полимеров;
- основные области применения полимеров;

**уметь:**

- адаптировать знания, накопленные при изучении курса «Высокомолекулярные соединения», к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по химии высокомолекулярных соединений;

**владеть:**

- теоретическими основами современной химии полимеров;
- навыками синтеза высокомолекулярных соединений.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

5 зачетных единиц (180 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (8 сем.).

### **Химическая технология**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Химическая технология» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.14.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- умение применять фундаментальные законы химических превращений к условиям промышленного производства неорганических веществ.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Теоретические основы химической технологии**

***Сырьевые ресурсы химического производства. Материальный и тепловой балансы***

Классификация сырья для химического производства неорганических веществ. Методы и процессы подготовки сырья к химическому производству: дробление, измельчение, истирание, гравитация, флотация, тепловые, массообменные, химические процессы. Материальный и тепловой балансы химического производства.

***Гомогенные и гетерогенные процессы. Скорость и движущая сила химико-технологических процессов***

Основные закономерности химико-технологического процесса. Классификация химических реакций. Скорость и движущая сила гомогенных и гетерогенных химических процессов. Основные закономерности и параметры электролитических процессов получения металлов. Равновесие в химико-технологическом процессе. Реакторы для гомогенных и гетерогенных процессов.

***Каталитические процессы и реакторы в химической технологии***

Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы для каталитических процессов. Скорость и движущая сила каталитических процессов. Состав и свойства катализаторов. Способы получения катализаторов. Реакторы для гомогенного и гетерогенного катализа.

**Технология производства неорганических веществ**

***Производство серной кислоты. Обжиг серного колчедана***

Свойства серной кислоты и области ее применения. Сырьевые ресурсы. Получение сернистого газа. Физико-химические основы и оптимальные условия обжига колчедана. Технологические схемы получения серной кислоты.

***Производство минеральных солей и удобрений***

Классификация минеральных удобрений. Сырьевые ресурсы для получения минеральных солей и удобрений. Технология получения минеральных солей. Сырье для получения фосфорных и калийных удобрений, его обогащение.

***Организация малоотходных и безотходных производств***

Понятие о малоотходной и безотходной технологии. Основные направления в ее развитии. Общие принципы и схемы организации систем оборотного водоснабжения.

**4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7).

### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- принципы использования теоретических основ неорганической и физической химии в технологических процессах превращения сырья и получения готовых продуктов;
- основные технические и конструктивные особенности химических производств;
- способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов;
- способы интенсификации химико-технологических и специальную терминологию;

#### **уметь:**

- анализировать математические модели химической технологии;
- оценивать состав и свойства промежуточных продуктов с целью возможности разработки новых технологических процессов, обеспечивающих наиболее полное их использование;
- анализировать и обосновывать оптимальные параметры технологических процессов;

#### **владеть:**

- методологией реализации общих научных положений естественнонаучных дисциплин на конкретных примерах производств неорганических веществ;
- навыками применения законов химии в построении химико-технологических процессов;
- основами расчетов материальных и тепловых балансов.

### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

5 зачетных единиц (180 часов).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (8 сем.).

## **Безопасность жизнедеятельности**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.15.

### **2. Цель освоения 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.

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

#### **Основы законодательства по безопасности жизнедеятельности**

Причины проявления опасности. Человек как источник опасности. Аксиомы безопасности жизнедеятельности. Концепция национальной безопасности и демографической политики Российской Федерации, основные положения. Вопросы БЖД в законах и подзаконных актах.

#### **Организация работ по безопасности жизнедеятельности**

Система управления БЖД в Российской Федерации, в регионах, селитебных зонах, на предприятиях и в организациях. Министерства, агентства и службы, их основные функции, обязанности, права и ответственность в области различных аспектов

безопасности. Кризисное управление в чрезвычайных ситуациях – российская система управления в чрезвычайных ситуациях – система РСЧС, система гражданской обороны – сущность структуры, задачи и функции. Организация мониторинга, диагностики и контроля состояния окружающей среды, промышленной безопасности, условий и безопасности труда. Государственная экологическая экспертиза и оценка состояния окружающей среды, декларирование промышленной безопасности, государственная экспертиза условий труда, аттестация рабочих мест: понятие, задачи, основные функции, сущность, краткая характеристика процедуры проведения.

Надзор, контроль и ответственность. Аудит и сертификация состояния безопасности. Экологический аудит и экологическая сертификация, сертификация производственных объектов на соответствие требованиям охраны труда; сущность и задачи. Планирование работ по ОТ, их стимулирование. Виды контроля условий труда. Аттестация рабочих мест и сертификация условий труда. Санитарно-промышленная лаборатория предприятия. Метрологическое обеспечение. Регистрация, учет и расследование несчастных случаев. Классификация несчастных случаев. Особенности расследования несчастных случаев различных видов. Подготовка и повышение квалификации ИТР по БЖД. Ответственность ИТР за соблюдение нормативных условий и безопасности деятельности подчиненных, соблюдение нормативных воздействий производства на окружающую среду. Соглашение по охране труда, роль профсоюзов.

### **Человек и техносфера**

#### ***Идентификация и воздействие на человека и среду вредных и опасных факторов***

Классификация негативных факторов среды обитания человека: физические, химические, биологические, психофизиологические, Понятие опасного и вредного фактора. Структурно- функциональные системы восприятия и компенсации организмом человека изменений факторов среды обитания. Естественные системы защиты человека от негативных воздействий. Химические негативные факторы (вредные вещества). Классификация вредных веществ по видам, агрегатному состоянию, характеру воздействия и токсичности. Комплексное действие вредных веществ. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ. Установление допустимых концентраций вредных веществ при их комбинированном действии. Хронические и острые отравления, профессиональные и экологически обусловленные заболевания, вызванные действием вредных веществ. Негативное воздействие вредных веществ на среду обитания. Основные источники поступления вредных веществ в среду обитания: производственную, городскую, бытовую. Биологические негативные факторы: микроорганизмы (бактерии, вирусы), макроорганизмы (растения и животные). Классификация биологических негативных факторов и их источников.

#### ***Основные принципы защиты человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения***

Основные принципы защиты. Понятие о коллективных и индивидуальных средствах защиты. Защита от химических негативных факторов. Методы утилизации и переработки антропогенных и техногенных отходов. Классификация отходов. Современные методы утилизации и захоронения отходов. Сбор и сортировка отходов. Отходы как вторичные материальные ресурсы. Методы переработки и регенерации отходов. Защита от энергетических воздействий и физических полей.

#### **Психофизиологические и эргонометрические основы безопасности**

Психические процессы: память, внимание, восприятие, мышление, чувства, эмоции, настроение, воля, мотивация. Психические свойства: характер, темперамент, психологические и социологические типы людей. Психические состояния: длительные, временные, периодические. Чрезмерные формы психического напряжения. Влияние алкоголя, наркотических и психотропных средств на безопасность. Основные психологические причины ошибок и создания опасных ситуаций. Особенности групповой психологии. Профессиограмма. Инженерная психология. Психодиагностика. Виды

и условия трудовой деятельности. Классификация условий труда. Эргономические основы безопасности. Эргономика как наука о правильной организации человеческой деятельности, соответствии труда физиологическим и психическим возможностям человека, обеспечение эффективной работы, не создающей угрозы для здоровья человека. Система “ человек – машина – среда”. Антропометрическая, сенсомоторная, энергетическая, биомеханическая и психофизиологическая совместимость человека и машины. Организация рабочего места.

#### **Защита в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайные ситуации. Классификация чрезвычайных ситуаций: техногенные, природные, военного времени. Понятие опасного промышленного объекта, классификация опасных объектов. Фазы развития чрезвычайных ситуаций. Основы прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций. Пожар и взрыв. Классификация видов пожаров и их особенности. Пожарная защита. Классификация взрывчатых веществ. Радиационные аварии, их виды, основные опасности и источники радиационной опасности. Аварии на химически опасных объектах, их группы и классы опасности, основные химически опасные объекты. Общие меры профилактики на химически опасных объектах. Химический контроль и химическая защита. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Организация защиты в мирное и военное время, способы защиты, защитные сооружения, их классификация. Противорадиационные укрытия. Организация эвакуации из зон чрезвычайных ситуаций. Мероприятия медицинской защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования. Способы обеспечения психологической устойчивости населения в ЧС. Экстремальные ситуации. Виды экстремальных ситуаций. Терроризм. Оценка экстремальной ситуации, правила поведения и обеспечения личной безопасности. Формы реакции на экстремальную ситуацию. Психологическая устойчивость в экстремальных ситуациях. Спасательные работы при чрезвычайных ситуациях. Основы организации аварийно-спасательных и других неотложных работ. Способы ведения спасательных работ при различных видах чрезвычайных ситуаций.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- принципы безопасности жизнедеятельности и порядок применения их в работе;
- правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности, средства, методы повышения безопасности;

##### **уметь:**

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

##### **владеть:**

- навыками обеспечения безопасности жизнедеятельности в производственных, бытовых условиях и в чрезвычайных ситуациях;
- навыками оказания первой медицинской помощи.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (4 сем.).

## Физическая культура и спорт

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая культура» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.Б.16.

### 2. Цель освоения дисциплины:

- формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Теоретический курс

Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов. Ее социально-биологические основы. Физическая культура и спорт как социальные феномены общества. Законодательство Российской Федерации о физической культуре и спорте. Физическая культура личности. Основы здорового образа жизни студента. Особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности. Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания. Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов. Основы методики самостоятельных занятий и самоконтроль за состоянием своего организма. Оказание первой медицинской помощи при травмах.

#### Практический курс

##### *Легкая атлетика*

Бег. Техника бега на короткие дистанции. Техника эстафетного бега. Бег на 400 м. Техника бега на длинные дистанции. Основы техники прыжка в длину. Техника бега по дистанции и финиширование. Целостное овладение техникой бега на короткие дистанции. Техника метания гранаты.

##### *Футбол, Баскетбол. Волейбол*

История развития игры в футбол, техника и тактика игры. Правила игры в футбол. Технические приемы и тактические комбинации игры в футбол. Техника игры в баскетбол и волейбол. Техника нападающего удара. Блокирование мяча. Техника ведения мяча. Технике броска мяча и ловли мяча. Ловля высоко летящих мячей в прыжке и после отскока от щита.

##### *Конькобежный спорт и лыжи.*

Краткая история развития конькобежного спорта. Техника бега на длинные дистанции по прямой и повороту. Стартовый разбег. Техника переменного двухшажного хода. Техника спуска в высокой, средней стойках и способом подъемов попеременным двухшажным ходом. Техника одновременного безшажного хода. Подъем «полуелочкой», «лесенкой». Ознакомление с техникой коньковых ходов.

##### *Пауэрлифтинг*

### 4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8).

### 5. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- культурное, историческое наследие в области физической культуры; традиции в области физической культуры человека; сущность физической культуры в различных сферах жизни; ценностные ориентации в области физической культуры;
- иметь знания об организме человека как единой саморазвивающейся и саморегулирующейся биологической системе; о природных, социально-экономических факторах воздействующих на организм человека; о анатомических,

морфологических, физиологических и биохимических функциях человека; о средствах физической культуры и спорта в управлении и совершенствовании функциональных возможностей организма в целях обеспечения умственной и физической деятельности;

- единство нормативной правовой базы в области физической культуры и спорта на всей территории Российской Федерации; федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, содержащие нормы, регулирующие отношения в области физической культуры и спорта;
- понятие и навыки здорового образа жизни, способы сохранения и укрепления здоровья человека как ценность и факторы, его определяющие; взаимосвязь общей культуры студента и его образа жизни; здоровый образ жизни и его составляющие;
- знать о влиянии вредных привычек на организм человека; применение современных технологий, в том числе и биоуправления как способа отказа от вредных привычек;
- знание методов и средств физической культуры и спорта для повышения адаптационных резервов организма и укрепления здоровья; основы формирования двигательных действий в физической культуре;
- методические принципы физического воспитания; методы физического воспитания; основы совершенствования физических качеств; особенности формирования психических качеств в процессе физического воспитания;
- знание целей и задач общей физической подготовки и специальной подготовки в системе физического воспитания и спортивной тренировки; структуру подготовленности спортсмена: техническая, физическая, тактическая, психическая подготовка; зон и интенсивности физических нагрузок; структуры и направленности учебно-тренировочного занятия; знание современных популярных систем физических упражнений;
- понятия профессионально-прикладной физической подготовки (ППФП), ее цели, задач и средств; методики подбора средств ППФП; форм и содержания самостоятельных занятий; границ интенсивности нагрузок в условиях самостоятельных занятий у лиц разного возраста;
- содержания производственной физической культуры; особенностей выбора форм, методов и средств физической культуры и спорта в рабочее и свободное время специалистов; влияния индивидуальных особенностей, географо-климатических условий и других факторов на содержание физической культуры специалистов, работающих на производстве; профессиональных факторов, оказывающих негативное воздействие на состояние здоровья специалиста избранного профиля.

**уметь:**

- анализировать, систематизировать различные социокультурные виды физической культуры и спорта; реализовывать духовные, физические качества в различных сферах жизнедеятельности человека; реализовывать потенциальные возможности в умениях, навыках физических способностях;
- подбирать системы физических упражнений для воздействия на определенные функциональные системы организма человека; дозировать физические упражнения в зависимости от физической подготовленности организма; оценивать функциональное состояние организма с помощью двигательных тестов и расчетных индексов;
- использовать Федеральные законы нормативно-правовые документы по физической культуре и спорту в своей деятельности;
- сформировать посредством физической культуры понимание о необходимости соблюдения здорового образа жизни, направленного на укрепление здоровья;



интегрировать полученные знания в формирование профессионально значимых умений и навыков;

- применять методы отказа от вредных привычек; использовать различные системы физических упражнений в формировании здорового образа жизни;
- применять принципы, средства и методы физического воспитания; формировать двигательные умения и навыки; формировать физические качества; формировать психические качества посредством физической культуры;
- подбирать и применять средства физической культуры для освоения основных двигательных действий; оценивать уровень развития основных физических качеств с помощью двигательных тестов и шкал оценок; использовать средства физической культуры и спорта для формирования психических качеств личности;
- использовать средства физической культуры для общей физической и специальной подготовки в системе физического воспитания и спортивной тренировки; самостоятельно выбирать виды спорта или систему физических упражнений для укрепления здоровья;
- использовать средства профессионально-прикладной физической подготовки для развития профессионально важных двигательных умений и навыков; осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма во время самостоятельных занятий;
- использовать методы и средства физической культуры и спорта в рабочее и свободное время специалистов; использовать средства и методы профилактики травматизма на производстве.

***владеть:***

- культурным и историческим наследием, традициями в области физической культуры, толерантно воспринимает социальные и культурные различия, способен к диалогу с представителями других культурных государств;
- знаниями о функциональных системах и возможностях организма, о воздействии природных, социально-экономических факторов и систем физических упражнений на организм человека, способен совершенствовать отдельные системы организма с помощью различных физических упражнений;
- законодательными основами Российской Федерации в области физической культуры и спорта, умеет использовать нормативно-правовые документы в своей деятельности;
- знаниями и навыками здорового образа жизни, способами сохранения и укрепления здоровья. Способен следовать социально-значимым представлениям о здоровом образе жизни, придерживаться здорового образа жизни;
- знаниями о влиянии вредных привычек на здоровье человека, может использовать средства биоуправления как способа отказа от них. Осознанно относится к здоровью, использует различные системы физических упражнений как условие формирования здорового образа жизни;
- методическими принципами физического воспитания, методами и средствами физической культуры. Самостоятельно применяет их для повышения адаптационных резервов организма и укрепления здоровья;
- средствами освоения основных двигательных действий. Способен самостоятельно совершенствовать основные физические качества, формировать психические качества в процессе физического воспитания;
- основами общей физической и специальной подготовки в системе физического воспитания и спортивной тренировки. Способен самостоятельно выбирать виды спорта или систему физических упражнений для укрепления здоровья;

- основами профессионально-прикладной физической подготовки, основами методики самостоятельных занятий и может осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма;
- готов к достижению должного уровня физической подготовленности, необходимого для освоения профессиональных умений и навыков в процессе обучения в вузе и для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности после окончания учебного заведения.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

10 зачетных единиц (360 часов) – элективные курсы, 2 зачетные единицы (72 часа) – теоретический курс.

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачеты (1–5 сем.), экзамен (6 сем.).

### **История химии**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «История химии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.1.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование у студентов знаний о развитии и становлении химических наук в тесной связи с исторической обстановкой, вызвавшей научные исследования, обусловленной их практическими результатами, о вкладе великих ученых и практиков в создание основ рационального развития современной науки.

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

##### **Первые теоретические представления древних о природе химических превращений**

Роль химии в развитии человеческой цивилизации. Периодизация истории химии. Накопление химических знаний в доисторические времена. Эволюция химии в древнейшие времена: опыт и знания. Античная натурфилософия. Формирование абстрактных понятий. Учение Эмпедокла об элементах. Платон и Аристотель: учение об элементах-качествах. Античная атомистика. Алхимия: поиски истины или блуждания во тьме. Основные особенности алхимического периода. Зарождение алхимии, ее цели и основные этапы. Греко-египетская алхимия. Арабская алхимия. Средневековая алхимия Европы. Алхимический трактат. Источники знаний о химических навыках древнего человека. Общий уровень развития прикладной химии древних цивилизаций.

##### **Развитие химии в XVII–XVIII веках**

Научная революция в физике и астрономии. Зарождение пневматической химии (химии газов). Эпоха теории Флогистона. Открытие газов.

Период количественных законов. Атомно-молекулярное учение. Общая характеристика периода. Закон эквивалентов. Закон постоянства состава. Атомистическая теория Джона Дальтона. Закон простых объемных отношений. Молекулярная теория Авогадро. Закон изоморфизма. Закон удельных теплоемкостей. Законы электролиза. Развитие атомистики в первой половине XIX века. Атомные массы и символы элементов.

##### **Зарождение и становление органической химии**

Истоки органической химии. Крушение теории витализма. Открытие изомеров и радикалов. Теория радикалов. Теория замещения Дюма и теория ядер (типов) Лорана. Теория валентности. Структурные формулы органических веществ. Теория химического строения А.М. Бутлерова. Пространственные структурные формулы молекул.

##### **Зарождение и развитие химии в России к концу XIX века**

Зарождение химии в России. Возникновение химических ремесел. Зарождение химической науки в Московском государстве. М.В. Ломоносов – основоположник научной химии в России. Открытие Периодического закона Д.И. Менделеева. Основные этапы открытия химических элементов. Первые попытки классификации химических элементов. Хроника и методология великого открытия. Зарождение и развитие химии

в России к концу XIX века. Просветительская деятельность русских химиков. Распространение научных химических знаний. Создание Русского химического общества.

#### **Физическая химия – становление и развитие**

Физикализация химии. Кинетическая теория теплоты. Законы газового состояния. Термохимия. Закон Гесса. Химическая термодинамика. Физико-химический анализ. Практическое занятие. Учение о скорости химических реакций. Химическое равновесие. Учение о катализе. Теория разбавленных растворов. Теория электролитической диссоциации. Проблема сильных электролитов. Становление и развитие электрохимии. Исследования в области физической химии в первой половине XIX века. Законы газового состояния. Теория растворов. Теория электролитической диссоциации. Учение о химическом равновесии. Термохимия, химическая термодинамика, кинетика. Учение о катализе. Коллоидная химия.

#### **История зарождения и становления аналитической химии**

Истоки аналитической химии в древности. Оснащение первых химических лабораторий. Качественный и количественный анализ неорганических веществ. Количественный анализ органических веществ. Инструментальные методы анализа.

#### **XIX–XX столетия: химия в действии**

Промышленная революция. Успехи прикладной неорганической химии в XIX столетии. Синтетическая органическая химия в XIX столетии. XX век: синтетическая органическая химия и тайны живой природы. XX век: новые фундаментальные теории. Термодинамика необратимых процессов. Химия твердого тела. Супрамолекулярная химия. Новые функциональные материалы. Химия полупроводников. Химия наноматериалов.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- основные периоды развития химии;
- вклад отечественных ученых в развитие химии;
- роль химии в современной науке;
- специфику естественнонаучного познания;

##### **уметь:**

- адаптировать знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;

##### **владеть:**

- современными методами естественнонаучного познания.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (8 сем.).

### **История Бурятии**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «История Бурятии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.2.

#### **2. Цели освоения дисциплины:**

- формирование у студентов знаний об основных этапах становления и развития региона с древнейших времен и до наших дней;
- выявление общих закономерностей и национально-культурных особенностей.

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

#### **Прибайкалье в древний и ранний средневековый периоды**

Эпоха камня и раннего металла Прибайкалья. Бронзовый век на территории Прибайкалья, особенности его культуры. Первые государственные образования на территории Прибайкалья

#### **Прибайкалье в период образования и развития Монгольской империи (XII–XIV вв.)**

Расселение племен и народов на территории Прибайкалья в период образования и развития единого монгольского государства. Баргуджин-Токум и его взаимоотношения с Монголией. Государственное устройство монгольской империи. Историческое значение и характер монгольских завоеваний. Проблема происхождения бурятского народа.

#### **Прибайкалье накануне присоединения к Российскому государству (XIV – первая половина XVII вв.)**

Общественный строй, социальные отношения и хозяйственные занятия протобурятского населения. Религиозные верования народов Прибайкалья накануне присоединения к России.

#### **Бурятия в XVII–XVIII вв.**

Присоединение Бурятии к Российскому государству. Административно-территориальное устройство и управление краем в конце XVII–XVIII вв. Социальные процессы в Прибайкалье. Сельское хозяйство и промыслы Бурятии в конце XVIII – первой половине XIX вв., развитие промышленности в этот период. Кяхтинская русско-китайская торговля

#### **Бурятия в XIX – начале XX вв.**

Управление Сибирью в к. XVIII – I пол. XIX вв. Политическая ссылка в Сибири. Общественно-просветительская деятельность декабристов в Бурятии. Основные направления развития промышленности и сельского хозяйства во второй половине XIX – начале XX вв. Первая мировая война и ее влияние на положение народных масс в Бурятии. Расстановка политических сил в период с февраля по октябрь 1917 г.

#### **Бурятия в XX – начале XXI вв.**

Бурятия в 1917–1929 гг. Бурятия в 1929–1953 гг. Бурятия во второй половине XX – начале XXI вв. Современные проблемы Бурятии. Общественно-политическое развитие Бурятии на современном этапе. Проблемы национально-государственного строительства. Национально-культурные проблемы. Социально-экономические особенности развития Бурятии на современном этапе.

Антропогенез на территории Бурятии. Палеолит, мезолит, неолит, бронзовое время. Древние государства на тер. Центральной Азии. Монгольское государство. Этногенез бурятского народа. Миграционная и автохтонная теория. Образование крупных племенных объединений бурят. Начало процесса формирования бурятской народности. Особенности историографии процесса присоединения Прибайкалья к России на разных этапах развития исторической науки. Первые выступления казачьих отрядов. Присоединение Забайкалья. Заключение Нерчинского договора России с Китаем. Заключение С. Рагузинским Буринского трактата с Китаем. Русско-монгольские отношения в 70–80-х годах XVII в. Последствия и историческое значение присоединения Бурятии к России. Особенности земледельческого освоения. Заселение и земледельческое освоение Забайкалья. Хозяйство бурят и эвенков в конце XVII–XIX вв. Изменение в хозяйственной деятельности бурят и эвенков после присоединения к России. Социально-экономическое развитие в результате строительства Транссибирской железной дороги. Национально-освободительное движение. Бурятия в период первой мировой войны и падения самодержавия. Бурятия в период Февральской буржуазно-демократической революции. Установление советской власти в Бурятии. Гражданской войны. Образование Бурят-Монгольской автономной советской социалистической республики. Модернизация процессы в Бурятии в 1920–1930-е годы. Бурятии в годы Великой Отечественной войны. Бурятия в 1946–1964 гг. Общественно-политическая обстановка в Бурятии. Особенности

социально-демографических процессов. Экономика Бурятии. Общественно-политическая жизнь. Развитие социально-культурной сферы. Экономика республики.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- общие закономерности развития региона во взаимосвязи с мировым историческим процессом, особенности развития культуры, политической истории региона;

**уметь:**

- выявлять исторические особенности региональной истории;

**владеть:**

- необходимыми знаниями и методикой научных исследований.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (2 сем.).

### **Бурятский язык**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Бурятский язык» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.3.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- дать студентам знания основ бурятского языка, выработать у них навыки и умения, научить применять полученные знания на практике.

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

##### **Глагол. Университет. Минии мэргэжэл**

Образование глаголов настоящего, будущего и прошедшего времени. Формообразующие суффиксы глагола. Инфинитив. Синтаксические функции глагола. Лексика по теме "Профессия".

##### **Личное притяжание. Улаан-Удэ. Буряад орон**

Понятие о личном притяжании. Образование форм личного притяжания. Личное притяжание 1-го, 2-го, 3-го лица. Лексика по теме "Город. Бурятия".

##### **Краткие сведения о бурятском языке**

Алфавит. Особенности бурятского алфавита. Специфические буквы. Речевой этикет при знакомстве.

##### **Гласные звуки. Закон гармонии гласных. Тоо тоололго**

Гласные звуки бурятского языка. Краткие и длинные гласные, дифтонги. Особенности образования и произношения звуков, свойственных изучаемому языку. Особенности произношения гласных в исконно бурятских словах. Тоо тоололго. Порядковые и количественные числительные. Способы образования числительных. Простые и составные числительные.

##### **Структура простого предложения. Хун. Бэеын тамир**

Особенности строя бурятского предложения. Порядок слов в бурятском предложении. Интонационные особенности предложения. Вопросительные предложения. Вопросительные частицы. Лексика по теме "Человек". Описание внешности человека. Речевые образцы для создания словесного портрета.

##### **Местоимение. Минии блэ**

Личные местоимения. Понятие о личных местоимениях бурятского языка. Местоимения, выражающие 1-е и 2-е лицо в обоих числах. Склонение личных местоимений. Синтаксические функции. Лексика по теме "Семья". Родословная.

### **Имя существительное. Минии гэр (байра). Хаяг**

Личные и неличные имена существительные. Особенности склонения имен существительных. Синтаксические функции имен существительных. Лексика по теме "Дом (квартира). Адрес".

### **Безличное притяжание. Байгал далай. Амаралта**

Понятие о безличном притяжании. Образование форм безличного притяжания. Двойное оформление безличного притяжания. Лексика по теме "Байкал, отдых".

### **Множественное число. Гэрэй амигад**

Образование множественного числа. Окончания. Особенности формообразования. Координация между подлежащим и сказуемым. Лексика по теме "Животные".

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность к коммуникации в устной и письменной формах на бурятском языке для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ДК-1).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- основы особенности функциональной грамматики бурятского языка, структуру предложения, особенности реализации гласных и согласных в потоке речи;

##### **уметь:**

- читать вслух и про себя;
- читать и осмысливать содержание текстов с разным уровнем извлечения содержащихся в них информации;
- понимать на слух бурятскую речь, построенную на программном материале (с допущением некоторого количества незнакомой лексики) и адекватно реагировать на нее;

##### **владеть:**

- навыками беглого чтения текстов (художественного, публицистического научного стилей);
- навыками контекстуального перевода текстов из программного материала.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

## **Патентование**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Патентование» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.4.

### **2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование знаний по видам объектов интеллектуальной деятельности и правилам их регистрации в условиях действующего правового поля.

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

#### **Понятие интеллектуальной собственности**

Авторское право, смежные права, интеллектуальная промышленная собственность. Региональные патентные системы. Особенности региональных систем. Международная патентная система. Европейская региональная патентная система. Евразийская региональная патентная система. Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС). Международные конвенции по вопросам интеллектуальной собственности. Парижская конвенция как фундамент современной системы охраны промышленной собственности. Структура ВОИС. Членство ВОИС. Международные соглашения в области промышленной собственности.

#### **Патентное законодательство России. Изобретение**

Патентное законодательство России. Объекты интеллектуальной собственности. Изобретение. Права изобретателей и правовая охрана изобретений. Заявка на изобретение и ее экспертиза. Критерии патентоспособности. Объекты изобретения. Формальная экспертиза. Публикация заявки. Обжалование решений патентной экспертизы. Временная правовая охрана. Право преждепользования. Публикация сведений о выдаче патента и регистрация изобретений. Отзыв и преобразование заявки. Предоставление права на использование изобретения. Нарушение патента. Прекращение действия патента. Рассмотрение патентных споров в судебном порядке. Патентные пошлины. Патентование изобретений за рубежом. Права иностранных физических и юридических лиц. Федеральный фонд изобретений в России.

#### **Полезная модель. Товарные знаки**

Полезная модель. Заявка на полезную модель и ее экспертиза. Правовая охрана полезной модели. Отличие полезной модели от изобретения. Процедура предоставления охраны полезной модели. Заявка и экспертиза заявки на товарный знак. Права владельцев и правовая охрана товарных знаков. Виды товарных знаков. Коллективные товарные знаки. Предупредительная маркировка. Исключительное право на товарный знак и продолжительность охраны. Прекращение действия. Регистрация товарного знака. Экспертиза заявки, решение о регистрации. Обжалование решение по заявке. Использование товарного знака. Передача товарного знака. Нарушение прав на товарный знак. Рассмотрение споров, связанных с товарными знаками. Ответственность за незаконное использование товарных знаков. Действие в России международных правовых актов по товарным знакам. Мадридское соглашение о международной регистрации знаков. Протокол к Мадридскому соглашению о международной регистрации знаков. Мадридское соглашение о пресечении ложных или вводящих в заблуждение указаний происхождения на товарах. Лиссабонское соглашение об охране наименований мест происхождения и их международной регистрации.

#### **Промышленные образцы**

Промышленные образцы. Заявка на промышленный образец и ее экспертиза. Права владельцев и правовая охрана промышленных образцов. Критерии охраноспособности: новизна образца, оригинальность образца, промышленная применимость образца. Исключения из охраны. Патент на промышленный образец. Международные соглашения, касающиеся промышленных образцов. Гаагское соглашение о депонировании промышленных образцов.

#### **Недобросовестная конкуренция**

Недобросовестная конкуренция. Защита от недобросовестной конкуренции. Основные виды недобросовестной конкуренции. Действия, квалифицируемые как вводящие общественность в заблуждение. Дискредитация конкурента. Формы недобросовестной конкуренции, не упомянутые в статье 10-бис Парижской конвенции.

#### **Программы для ЭВМ и баз данных**

Правовая охрана программ для ЭВМ и баз данных. Регистрация программ для ЭВМ и баз данных. Права авторов. Историческая справка. Защита прав в суде. Передача прав на программы для ЭВМ и базы данных. Авторский договор и его содержание.

#### **Лицензии и договора**

Международная торговля на объекты интеллектуальной собственности. Предлицензионные договоры. Договор об оценке технологии. Договор о сотрудничестве. Договор о патентной чистоте. Виды лицензионных соглашений. Франшиза. Договор коммерческой концессии. Исключительная лицензия.

#### **Социологические аспекты интеллектуальной собственности**

Социологические аспекты интеллектуальной собственности. Воздействие на ход социально-экономического и духовного прогресса.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- об интеллектуальной собственности, ее роли месте в гражданском обществе;
- об авторском праве;
- об отечественном и мировом патентном законодательстве;
- о деятельности региональных и мировых организаций интеллектуальной собственности;
- о структуре, составлении и подаче заявок на продукцию интеллектуального труда;
- об охране изобретений, полезных моделей, товарных знаков, промышленных образцов, программ для ЭВМ и баз данных;
- о лицензионной деятельности и соглашениях в стране и за рубежом на базе договоров о сотрудничестве;

##### **уметь:**

- пользоваться справочным аппаратом для поиска объектов новых решений;
- составлять отчет о патентных исследованиях;

##### **владеть:**

- практическими навыками работы с базами данных при проведении патентных исследований;
- методами проведения патентных исследований.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (5 сем.).

### **Математическая обработка результатов химического эксперимента**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Математическая обработка результатов химического эксперимента» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.5.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- развитие у студентов представлений о математической статистике и ее применении в аналитической химии.

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

Роль методов математической статистики в аналитической химии.

#### **Неопределенность результатов химического анализа**

Понятие случайной и систематической составляющей неопределенности результатов химического анализа. Расчет систематической и случайной погрешности результатов. Оценка результатов анализа.

#### **Выявление систематической погрешности**

Выявление систематической погрешности при помощи статистических тестов. Доверительная вероятность анализа, как предмет взаимной договоренности.

#### **Оценка правильности и воспроизводимости результатов измерений**

Выявление и устранение случайных и систематических составляющих неопределенности. Методы релятивизации, рандомизации и «введено-найдено».



### **Проверочные тесты**

Q-тест, оценка и проверка наличия грубых промахов. Проверочные тесты Стьюдента и Фишера. Доверительная вероятность. Метрологические основы анализа. Оценка случайной составляющей. Расчет погрешностей.

### **Чувствительность и предел обнаружения**

Расчеты основных параметров. Дисперсионный анализ и его применение в аналитической химии. Расчет дисперсии. Сравнение дисперсий двух или более серии измерений.

### **Регрессионный и корреляционный анализ**

Статистика прямых линий. Поиск уравнений регрессии – основная задача косвенных методов анализа. Построение линий регрессии, основные методы и способы: способ каналов, способ спрямления в случае, если точки лежат не на одной прямой. Коэффициенты уравнения регрессии, расчет коэффициентов уравнения. Метод наименьших квадратов. Регрессионный и корреляционный анализ. Задача регрессии и корреляции. Коэффициент корреляции.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4);
- способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий (ПК-5).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- метод экспертных оценок, статистические методы обработки количественных результатов исследований, метод качественных имитаций, методы построения и использования механистических имитационных математических моделей;

##### **уметь:**

- выполнять в ходе экспериментов измерения (анализы) в соответствии с требуемой надежностью и точностью, выбирая подходящую методику измерений и число параллельных опытов;
- метрологически грамотно оценивать систематические и случайные погрешности измерений;
- сопоставлять результаты измерений для выявления статистически достоверных различий в свойствах разных объектов исследования;
- проверять наличие корреляций и устанавливать вид функциональной связи между составом веществ и их свойствами;

##### **владеть:**

- методологией выбора методов анализа;
- навыками их применения;
- метрологическими основами анализа.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (5 сем.).

## **Минеральные ресурсы Бурятии**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Минеральные ресурсы Бурятии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.6.

### **2. Цели освоения дисциплины:**

- формирование у студентов знаний о невозобновляемых природных ресурсах, в частности, месторождениях полезных ископаемых Бурятии, их запасах и роли в обеспечении минеральным сырьем экономики Республики;

- формирование у студентов представлений о ресурсосберегающих технологиях добычи, переработки минеральных ресурсов и навыков оценки влияния разработки полезных ископаемых на окружающую среду.

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

#### **Тенденции развития минерально-сырьевой базы в Бурятии. Экологические проблемы разработки полезных ископаемых**

##### ***Общие сведения о месторождениях полезных ископаемых, о невозобновляемых, минеральных ресурсах***

Роль и значение различных полезных ископаемых в развитии общества. Современное состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы Республики Бурятия. Виды минерального сырья. Способы добычи полезных ископаемых. Генетическая классификация месторождений полезных ископаемых. Условия образования месторождений. Размещение месторождений рудных, неметаллических полезных ископаемых, ресурсов топливно-энергетического сырья в недрах Бурятии и стадий их разработки.

##### ***Экологические проблемы разработки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.***

Загрязнение природных сред при добыче полезных ископаемых и меры защиты окружающей среды на объектах горных разработок. Месторождения урана Бурятии. Эколого-технологические аспекты их добычи. Понятие о малоотходной и безотходной технологии..

#### **Минерально-сырьевая база цветных, редких, благородных металлов, алюмосиликатного сырья и неметаллических полезных ископаемых. Эколого-технологические аспекты их добычи и переработки**

##### ***Минерально-сырьевая база легких и тяжелых цветных металлов Бурятии***

Роль алюминия в народном хозяйстве. Минерально-сырьевая база алюминия. Месторождения синныритов, дунитов Бурятии и перспективы их освоения. Руды свинца и цинка. Месторождения полиметаллических руд (Озерное, Холоднинское, Доваткинское и др.), их характеристика, запасы, степень освоенности.

##### ***Минерально-сырьевая база благородных и редких металлов***

Действующая минерально-сырьевая база добычи россыпного и рудного золота, существующие технологии добычи и переработки благородных металлов. Разведанные месторождения редких металлов. Влияние разработки и эксплуатации месторождений редких металлов на природные экосистемы (на примере Джидинского ВМК). Современное состояние добычи вольфрама. Технология комплексной переработки труднообогатимых молибденсодержащих руд (на примере руд месторождений Бурятии). Экологические проблемы, связанные с добычей вольфрама из техногенных отходов. Типы месторождений золота. Характеристики минерально-сырьевой базы добычи россыпного и рудного золота Бурятии. Проблема освоения месторождений коренного золота России.

##### ***Сырьевая база угля***

Роль угля в топливно-энергетическом комплексе. Месторождения бурых, каменных углей Бурятии. Типы месторождений угля. «Тугнуйский угольный разрез» – современное состояние и перспективы развития предприятия. Состав, свойства углей и пути их использования.

##### ***Сырьевая база неметаллических полезных ископаемых***

Минерально-сырьевая база цементного сырья, их использование в промышленности. Месторождения флюоритов Бурятии. Роль флюоритов в металлургической отрасли. Минерально-сырьевая база апатитов Бурятии и проблема их освоения. Апатитовые руды, цветные камни (нефрит), сырье для стройиндустрии. Современное состояние добычи и пути их использования.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент должен:

##### **знать:**

- основные виды минерального сырья Байкальской природной территории;
- способы добычи полезных ископаемых, области их применения;
- результаты воздействия горного производства на природные среды, меры защиты окружающей среды от добычи и переработки полезных ископаемых;

##### **уметь:**

- работать с учебной, учебно-методической и справочной литературой, а также уметь ориентироваться в научной периодике в области актуальных проблем в сфере добычи и переработки полезных ископаемых;
- распознавать горные породы и минералы;
- выполнять расчеты технологических показателей рудоподготовительных операций и обогащения;

##### **владеть:**

- понятийно-терминологическим аппаратом в области горного дела;
- методами безопасного обращения с рудными и химическими материалами;
- базовыми знаниями по целевому назначению различных видов минерального сырья и применению его в промышленности.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

### **Биология с основами экологии**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Биология с основами экологии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.7.

#### **2. Цели освоения дисциплины:**

- формирование у студентов биологического мышления и целостного естественнонаучного мировоззрения;
- формирование представления о специфике биологии с основами экологии как междисциплинарном направлении, изучающем проблемы взаимодействия в сложной системе «человек, природа, общество»;
- ознакомление с основными экологическими проблемами и методологией их исследования; введение в круг рассмотрения специфических экологических проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности.

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

##### **Общая характеристика живых систем**

##### **Общие свойства живых систем**

Предмет и задачи биологии. Классификация биологических наук. Свойства живой материи. Уровни организации живого. Проявления фундаментальных свойств живых систем на различных уровнях организации. Строение клетки. Основные положения клеточной теории. Типы клеточной организации (прокариоты и эукариоты). Гипотезы происхождения жизни (креоционизм, стационарного состояния, панспермии, абиогенеза).

##### **Химия жизни**

Элементный состав живой материи. Химический состав живой материи. Строение, свойства, классификация аминокислот. Ферменты: строение, свойства, кинетика

ферментативных реакций. Нуклеиновые кислоты, биологическая роль. Нуклеотид, нуклеозид. Уровни организации нуклеиновых кислот. ДНК, РНК. Генетический код.

### ***Клетка. Организм***

Единство и разнообразие клеточных типов. Принципы структурной организации клеток и регуляция метаболизма. Структура и функции биомембран. Самовоспроизведение и специализация; клеточный цикл. Понятие о метаболизме. Энергетический и пластический обмены. Фотосинтез. Хемосинтез. Использование энергии в клетках. Метаболизм на уровне организмов.

### ***Основы систематики живых организмов. Разнообразие жизни на Земле***

Основы систематики. Методы систематики. Основные и промежуточные систематические категории. Принципы современной классификации и правила номенклатуры. Прокариоты. Обмен веществ у прокариот. Размножение прокариот. Характеристика основных классов прокариот. Эукариоты и их сравнительная характеристика. Царство растения разнообразие, строение и способы размножения.

### ***Эволюция органического мира***

Факторы эволюции по Ч. Дарвину: наследственность, изменчивость, борьба за существование, естественный отбор. Синтетическая теория эволюции. Возникновение приспособлений. Микроэволюция. Вид и популяции. Критерии вида. Генетика популяций. Элементарные факторы эволюции: мутационный процесс, популяционные волны (дрейф генов, изоляция (пространственная, биологическая), естественный отбор (формы: стабилизирующий, движущий и разрывающий).

### ***Человек: психические и соматические начала. Антропогенез***

Морфофизиологические особенности человека. Системы организма. Генетика человека. Методы изучения генетики человека. Медико-генетическое консультирование. Высшая нервная деятельность и психика. Безусловные и условные рефлексы. Психика и психические явления. Сознание. Темперамент. Биоритмы человека.

### ***Основы экологии***

#### ***Экосистемы***

Характеристика сред жизни. Экологические факторы: абиотические, биотические и антропогенные. Адаптации организмов к условиям среды пути: активный, пассивный и избегание неблагоприятных воздействий; типы: морфологические, физиологические и этологические. Законы действия экологических факторов: зона оптимума, зона пессимума, пределы выносливости организма. Экологическая валентность. Экологический спектр вида. Закономерности действия экологических факторов: закон относительности действия экологического фактора; закон относительной заменяемости и абсолютной незаменимости экологических факторов. Основные экологические факторы: свет, температура, вода, эдафические (почвенно-грунтовые). Биологические ритмы: экзогенные и эндогенные

#### ***Биоразнообразие***

Популяция. Ареал. Статические показатели популяции: численность, плотность, структуры (половая: первичная, вторичная третичная; возрастная: абсолютная, относительная, основные возрастные группы; пространственно-этологическая: типы распределения – равномерное (регулярное), неравномерное (агрегированное, групповое, мозаичное) и случайное (диффузное), типы использования пространства: оседлые и кочевые, форма совместного существования: одиночный, семейный, колониями, стаями, стадами).

### ***Геосфера Земли. Биосфера. Ноосфера. Антропогенное воздействие на природу.***

#### ***Экологические принципы рационального природопользования***

Характеристика сфер Земли: литосфера, атмосфера, гидросфера, биосфера, ноосфера. Строение, границы, вещество, свойства биосферы. Функция живого вещества. Круговорот вещества в биосфере (геологический, биологический, антропогенный). Ноосфера – как

стадия эволюции биосферы. Рациональное природопользование: принципы. Нерациональное природопользование.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- уровни организации живых систем, общие свойства живых систем, строение клетки;
- многообразие биологических видов, разнообразие жизни на Земле;
- эволюцию органического мира;
- физиологические особенности организма человека;
- основы экологии, рационального природопользования, антропогенное воздействие на природу;
- общую характеристику геосферы, биосферы;

##### **уметь:**

- приобретать новые знания, используя современные информационные образовательные технологии;
- самостоятельно работать с литературой, табличным и графическим материалом;

##### **владеть:**

- навыками и методами исследований биологических объектов;
- основными понятиями дисциплины;

##### **иметь представление:**

- о методах анализа и моделировании биологических и экологических процессов;
- о роли современной биологии и экологии в создании естественнонаучной картины мира.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (5 сем.).

### **Физические методы исследования**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физические методы исследования» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.8.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- углубление знаний и навыков студентов в области физических методов исследования, ознакомление с их теоретическими основами и возможностями практического использования.

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

##### **Введение**

Физические модели атомов и молекул. 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.

##### **Спектроскопия**

*Теоретические основы спектроскопических методов исследования*

Природа электромагнитного излучения, различные типы его взаимодействия с веществом. Основные характеристики излучения. Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы как результат различных типов внутриатомных или внутримолекулярных взаимодействий, определяющих соответствующую спектральную область. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов и молекул. Важнейшие характеристики спектральных линий. Монохроматизация излучения, блок-схемы спектрометров, их классификация. Характеристики спектральных приборов. Критерий Рэля в оценке разрешающей силы. Различные типы светофильтров, области их применения.

Приемники излучения, основные достоинства и недостатки. Характеристическая кривая фотоэмульсии. Фотометрирование спектрограмм. Достоинства и недостатки фотоэлектрических детекторов. Понятие о шумах, различные типы шумов. Регистрация отдельных фотонов (счет фотонов).

### ***Проблемы получения и регистрации спектров***

Принципиальная схема спектроскопических измерений в любой области спектра. Основные узлы спектральной установки. Источники электромагнитного излучения.

### ***Методы колебательной спектроскопии. Инфракрасные 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.

Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул.

Частоты и формы нормальных колебаний молекул.

Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы. Характеристичность нормальных колебаний. Применение методов колебательной спектроскопии для качественного и количественного анализов и другие применения в химии. Специфичность колебательных спектров. Исследования динамической изомерии, равновесий, кинетики реакций.

Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура ИК спектроскопии, прозрачные материалы, приготовление образцов. Аппаратура спектроскопии КР, преимущества лазерных источников возбуждения.

### ***Методы электронной спектроскопии. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области***

Эмиссионная УФ спектроскопия как метод исследования двухатомных молекул. Вероятности переходов между электронно-колебательно-вращательными состояниями. 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. О специфике электронных спектров поглощения различных классов соединений. Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях.

### ***Рентгеновские методы исследования***

Природа рентгеновских спектров. Взаимосвязь рентгеновских спектров поглощения и характеристических спектров испускания. Закон Мозли. Классификация рентгеновских методов анализа. Анализ по первичному рентгеновскому излучению (рентгеноэмиссионный). Анализ по вторичному рентгеновскому излучению

(рентгенофлуоресцентный). Закон Брэгга-Вульфа. Рентгеноабсорбционный анализ. Природа критических краев поглощения. 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.

#### **Методы масс-спектрометрии**

Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, электростатическое неоднородное поле, химическая ионизация. Комбинированные методы. Ионный ток и сечение ионизации. Потенциалы появления ионов. Диссоциативная ионизация. Типы ионов в масс-спектрометрах.

Принципиальная схема масс-спектрометра Демпстера. Фокусирующее действие однородного поперечного магнитного поля. Электростатическая фокусировка. Двойная фокусировка. Разрешающая сила масс-спектрометра. Ионный источник. Система напуска. Молекулярное течение газа. Время пролетный масс-спектрометр. Квадрупольный масс-спектрометр. Спектрометр ионциклотронного резонанса.

Применение масс-спектрометрии. Идентификация вещества. Корреляция между молекулярной структурой и масс-спектрами.

#### **Резонансные методы исследования органических соединений**

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. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Спин-спиновое взаимодействие ядер, его природа, число компонент мультиплетов, распределение интенсивности, правило сумм. Применение спектров ЯМР в химии. Техника и методика эксперимента. Структурный анализ. Химическая поляризация ядер. Блок-схема спектрометра ЯМР, типы спектрометров. Характер образцов.

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.

#### **Термоаналитические методы анализа**

Обзор основных методов термического анализа, принципы работы приборов ДТА, ТГА, ДСК. Обзор основных факторов влияющих на результаты термоаналитического исследования. Температурное поле термоинертного вещества в условиях эксперимента. Области применения термоаналитических исследований: термометрия, энтальпиометрия, кинетика гетерогенных процессов, анализ чистоты веществ.

Обзор основных методов исследования механических свойств, принципы работы приборов Instron. Обзор основных факторов, влияющих на результаты исследования. Области применения.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- теоретические основы масс-спектрометрических, термических и спектроскопических методов исследования;
- аппаратное оформление изученных методов;

**уметь:**

- рационально выбирать физические методы исследования строения вещества для решения поставленной задачи;
- интерпретировать полученные результаты;
- работать со справочным материалам, атласами, базами данных спектров различных соединений;

**владеть:**

- методологией выбора методов анализа, навыками их применения;
- метрологическими основами анализа.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

5 зачетных единиц (180 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (6 сем.).

**Концепция здорового образа жизни и профилактика**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Концепция здорового образа жизни и профилактика» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.9.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- повышение информированности по вопросам здорового образа жизни, формирование у студентов ответственного отношения к здоровью и навыков работы по формированию здорового образа жизни.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Здоровый образ жизни**

**Основы ЗОЖ**

Здоровый образ жизни как биологическая и социальная проблема. Формирование мотивации к здоровому образу жизни. Понятие здорового образа жизни, здоровья и болезни.

**Взаимодействие организма человека и внешней среды**

Физические, химические, биологические, социальные, психические факторы. Окружающая среда и здоровье. Наследственные болезни. Профессиональные болезни. Психология здоровья. Основные причины потери здоровья, трудоспособности. Профилактика неинфекционных и инфекционных заболеваний.

**Психология здоровья**

Приемы и методы физического оздоровления. Система Купера, Амосова. Йога. Закаливание. Парадоксальная дыхательная гимнастика по Стрельниковой, по Бутейко. Массаж. Дыхание

**Эмоциональная сфера человека**

Психическое здоровье человека. Эмоциональная сфера человека. Активность личности. Адаптация. Стресс. Социальное здоровье. Социализация. Самооценка. Оптимизм и пессимизм. Гуманность. Конфликт. Эгоцентризм. Личностное и формальное общение. Преодоление стресса. Психологические механизмы защиты от стресса.

**Особенно вредные привычки, опасные для здоровья отдельного человека и общества в целом**

Профилактика вредных привычек. Наркотики, алкоголь и употребление табака.

**Питание и здоровье**



Обмен белков, жиров, углеводов, воды. Минеральный обмен. Обмен витаминов. Диета и здоровье. Формирование здорового образа жизни: здоровье и конституция человека, проблемы питания и здоровье Рациональное питание Здоровое питание, проблемы питания и здоровье.

#### **Основы планирования семьи**

Система государственных мероприятий по планированию семьи. Современные методы контрацепции. Беременность. Факторы, способствующие благоприятному развитию плода. Некоторые сведения об основных осложнениях беременности. Аборт и его последствия. Профилактика абортов.

#### **Понятия о неотложных состояниях, причины и факторы их вызывающие**

Диагностика и приемы оказания первой помощи при неотложных состояниях Комплекс сердечно-легочной реанимации и показания к ее проведению, критерии эффективности.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- влияние среды обитания на здоровье человека;
- определение понятий «здоровье», «здоровый образ жизни», «планирование семьи»
- учение о здоровом образе жизни
- взаимодействие организма человека и внешней среды; заболевания, связанные с неблагоприятным воздействием климатических и социальных факторов;
- особенности женского и мужского организма в разные возрастные периоды; заболевания, передающиеся половым путем и их профилактику;
- значение гигиены в здоровом образе жизни;
- основы микробиологии, инфекционного и эпидемиологического процессов, иммунитета, способы защиты от патогенных микроорганизмов;
- особенности оказания первой помощи и проведения реанимационных мероприятий пострадавшим в различных ситуациях;

##### **уметь:**

- обосновать роль и значение рационального питания;
- раскрывать роль закаливания, занятий физической культурой на здоровье;
- дать определение понятию «психическое, социальное здоровье»;
- раскрыть значение вредных привычек, опасных для здоровья;
- характеризовать основные виды контрацептивов;

##### **владеть:**

- навыками профилактики заболеваний и формирования здорового образа жизни;
- навыками оказания первой медицинской помощи.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (1 сем.).

### **Кристаллохимия**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Кристаллохимия» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.10.

#### **2. Цели освоения дисциплины:**

- овладение теоретическими основами кристаллохимии, применение этих знаний в научной и практической деятельности будущего специалиста с учётом

современных достижений в области структурной неорганической химии, кристаллографии, материаловедения, физики твердого тела, минералогии;

- формирование у студентов современных представлений о взаимосвязи состава, структуры, физико-химических и физических свойств кристаллов на основе изучения закономерностей их атомного, электронного строения и химической связи;
- формирование у студентов знаний по основам теории анализа атомной структуры кристаллов и методам описания кристаллических структур.

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

#### **Введение**

Предмет кристаллохимии. Кристаллография и кристаллохимия в материаловедении. Основные задачи кристаллографии и кристаллохимии. История развития кристаллохимии. Связь с другими науками. Значение междисциплинарной связи для понимания основ кристаллохимии. Современная кристаллохимия. Актуальность изучения взаимосвязей состав-структура-свойство для решения проблем материаловедения.

#### **Основы теории симметрии и кристаллографии**

##### ***Симметрия кристаллической решетки***

Учение о симметрии. Группы симметрии и структурные классы. Элементы и закрытые операции симметрии. Точечные группы симметрии, категории. Символика Шенфлиса. Матричное представление групп. Открытые операции и элементы симметрии. Винтовой поворот и отражение со скольжением. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения. Сочетания элементов симметрии с трансляциями. Взаимосвязь между элементами симметрии (симметричности). Пространственные группы симметрии.

##### ***Основы кристаллографии. Основные законы кристаллографии***

Кристаллическая структура. Трансляция. Группы трансляций. Кристаллическая решетка, базис. Параллелограммы и параллелепипеды повторяемости. Особые направления в решетке. Кристаллографические системы координат, правила выбора. Координатный крест. Параметры решетки. Элементарная ячейка, проекция. Сингония. Способы размещения узлов в элементарной ячейке. Типы решеток Бравэ. Основные структурные типы кубических решеток. Число формульных единиц в элементарной ячейке. Индексы узлов, узловых рядов и плоскостей. Межплоскостные расстояния. Вычисление параметров элементарной ячейки. Закон постоянства углов. Гониометрия. Стереографические проекции кристаллов. Сетка Вульфа. Закон рациональности отношений параметров. Символы граней.

#### **Описательная кристаллохимия**

##### ***Классификация и задачи описательной кристаллохимии. Стандартизация структурных данных***

Классификация и задачи описательной кристаллохимии. Стандартизация структурных данных. Обозначение структурных типов. Классификация структурных групп. Типы, антитипы. Кристаллохимические формулы. Факторы, определяющие строение кристаллических структур.

##### ***Систематика кристаллических структур***

Координация атомов. Основные типы пространственных решеток. Закон кристаллографических пределов Е.С. Федорова. Принципы кристаллохимической классификации кристаллических веществ. Правило Магнуса. Основные категории кристаллохимии (морфотропия, политипия, полиморфизм, изоморфизм, изотипизм)

##### ***Химические связи в кристаллах***

Химические связи в кристаллах: ковалентные, ионные, металлические, вандерваальсовы. Координационное число и координационный многогранник. Правило Юм-Розери. Гомо- и гетеродесмические структуры. Типы гетеродесмических структур: островные, цепочечные и ленточные, слоистые, каркасные. Символика записи координационных структур и фрагментов. Плотнейшие шаровые упаковки (ПШУ). Мотивы упаковки: гексагональный и кубический. Пустоты в ПШУ: тетраэдрические и октаэдрические.

Многослойные ПШУ. Слои ПШУ. Способы записи ПШУ. Шаровые кладки и пустоты в них. Кристаллохимические радиусы, физический смысл, типы (ионные, металлические, ковалентные, ван-дер-ваальсовы). Таблицы кристаллохимических радиусов. Изоморфизм и полиморфизм. Аллотропия. Фазовые превращения в кристаллических системах. Фазы переменного состава. Твердые растворы, типы: замещения, внедрения, вычитания. Параметры решетки твердых растворов. Правило Вегарда. Условия проявления изоморфизма. Политипия. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Закон диагональных рядов Ферсмана.

#### **Систематическая кристаллохимия**

Структуры простых веществ. Общая характеристика кристаллических структур бинарных соединений. Структуры АХ, описываемые в терминах ПШУ-ПШК (анионные упаковки и кладки). Изображение структур с помощью полиэдров. Общая характеристика тернарных кристаллических структур. Общая характеристика молекулярных кристаллов. Особенности органических кристаллов. Теория плотной упаковки молекул. Опорные межмолекулярные контакты. Молекулярное координационное число. Коэффициент плотности упаковки молекулярных кристаллов.

#### **Электронная кристаллохимия**

Структура простых веществ. Структуры веществ, подчиняющихся правилу (8-N). Изменение характера структуры в группах Периодической таблицы элементов; сравнение структур, относящихся к разным группам (правило 8-N). Соединения с нормальной и переменной валентностью. Общее уравнение валентности. Соединения с тетраэдрическими структурами (нормальные, дефектные). Уравнение тетраэдрических структур.

#### **Классификация структур силикатов**

Основные особенности строения силикатов. Классификация структур силикатов. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм в силикатах. Зависимость физических свойств силикатов от их строения. Природные и синтетические цеолиты, их структура и применение.

#### **Физические свойства соединений различных типов структур**

Зависимость физических свойств от типов структур.

#### **Заключение**

Проблемы и тенденции современной кристаллохимии.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий (ПК-5).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- предмет и задачи кристаллохимии, основы теории анализа атомной структуры кристаллов и способы ее моделирования;
- основы рентгеноструктурного анализа; группы симметрии и структурные классы; общую кристаллохимию (типы химических связей в кристаллах, систематика кристаллических структур, шаровые упаковки и кладки, кристаллохимические радиусы атомов, изоморфизм и полиморфизм);
- избранные главы систематической кристаллохимии (простые вещества, бинарные и тернарные соединения, силикаты, органические вещества);
- обобщенную кристаллохимию.

##### **уметь:**

- применять естественнонаучные знания, основные положения и понятия кристаллохимии в учебной и научной деятельности;
- владеть методами описания кристаллических структур;

- решать расчетные задачи.

**владеть:**

- методологией выбора методов анализа кристаллической структуры;
- навыками описания кристаллических структур;
- основами расчета кристаллографических данных;
- основными методами математической обработки информации.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (6 сем.).

**Избранные главы неорганической химии**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Избранные главы неорганической химии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.11.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- ознакомление студентов с избранными разделами неорганической химии. Выбор разделов определен тенденциями развития неорганической химии в последние годы.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Современное состояние Периодической системы Д.И. Менделеева**

Периодический закон Д.И. Менделеева как один из основных законов природы. Основные закономерности в Периодической системе. Роль легких элементов в космохимии и биохимических процессах. Проблема сверхтяжелых (трансфермиевых) элементов.

**Бориды, карбиды, нитриды**

Стехиометрические типы боридов металлов, особенности структур кристаллических решеток типичных их представителей. Особенности кристаллических решеток карбидов переходных металлов, кальция, бора. Нитриды элементов, их классификация.

**Оксиды бора и их производные**

Современное состояние химии бора. Особенности строения электронной оболочки атома бора. Фрагменты структур. Элементы номенклатуры боратов.

**Соединения включения**

Место соединений включения в химии. Основные понятия, определения, терминология. Компоненты «гость» и «хозяин». Неорганические соединения внедрения.

**Химия оксидов s-элементов**

Введение в химию оксидов. Способы получения. Двойные оксиды. Оксиды щелочных и щелочноземельных металлов. Способы получения, особенности структуры, свойства, применение.

**Химия соединений переходных элементов**

Основные отличительные свойства оксидов s-, d-, p-, f-элементов. Гидроксиды и оксосоли переходных металлов.

**Молибдаты – обширный класс оксидных соединений**

Кристаллическая структура и свойства простых молибдатов. Термолиз кристаллогидратов. Методы исследования. Применение молибдатов. Полимолибдаты. Молибдаты одно-двухвалентных, одно-трехвалентных и одно-четырёхвалентных элементов. Структурные типы и свойства. Тройные молибдаты, их классификация, структуры. Способы получения. Закономерности фазообразования в молибдатных системах.

**Постановка задачи и выполнение исследований**

Методичность исследований. Комплексное использование методов. Применение ЭВМ в исследовании. Критерии оценки результатов исследований.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент должен:

##### **знать:**

- основные закономерности изменения фундаментальных свойств элементов и их соединений в Периодической системе;
- особенности химии *s*-, *p*-, *d*- и *f*-элементов;
- специфику химии сложнооксидных соединений молибдена;

##### **уметь:**

- адаптировать знания и умения, полученные при изучении дисциплины, к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;

##### **владеть:**

- методами постановки задачи и проведения исследований.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (5 сем.).

### **Квантовая химия**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Квантовая химия» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.12.

#### **2. Цели освоения дисциплины:**

- ознакомление студентов с общими принципами и методами квантовой химии;
- овладение теоретическими основами методов описания химической связи (ВС и МО), применение этих знаний при решении конкретных профессиональных задач.

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

Предмет квантовой химии. Математический формализм квантовой химии. Уравнение Шредингера для молекул. Адиабатическое приближение. Поверхность потенциальной энергии. Ядерная динамика и решение колебательной задачи для ядер. Электронное уравнение Шредингера. Одноэлектронное приближение. Представление многоэлектронной волновой функции в виде разложения по полному конфигурационному базису. Спин. Принцип Паули. Детерминант Слэйттера. Электронные состояния. Метод Хартри-Фока. Подход МО ЛКАО. Базисные наборы. Обзор методов учета электронной корреляции. Метод функционала плотности (DFT). Обзор полуэмпирических методов расчета.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент должен:

##### **знать:**

- основы квантовой химии: законы и положения квантовой механики в приложении к атомным и молекулярным системам;
- наиболее важные подходы и приближения, используемые для решения задачи описания химических систем на микроскопическом квантовом уровне;

- наиболее распространенные приближенные расчетные схемы, применяемые для теоретического изучения строения и свойств химических соединений, их взаимодействий и превращений;
- современные представления о природе химической связи и роли квантовых явлений в химии;
- наиболее актуальные направления исследований в современной теоретической химии;

**уметь:**

- ориентироваться в основных приближениях и подходах, применяемых в квантовой химии, а также иерархической среде современных квантовохимических расчетных схем;
- понимать математический формализм квантовой теории, используемый в современной теоретической литературе;

**владеть:**

- понятийным аппаратом квантовой теории и теоретическими представлениями в области квантовой химии.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

4 зачетные единицы (144 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (6 сем.).

**Введение в курс общей химии**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Введение в курс общей химии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.13.

**2. Цели освоения дисциплины:**

- закрепление теоретических знаний, полученных в курсе химии общеобразовательной школы;
- обобщение и систематизация знаний студентов по химии и приобретение ими необходимого минимума химических знаний для усвоения материала основных химических дисциплин по учебному плану направления 04.03.01 Химия – «Введение в физическую химию» и «Неорганическая химия»;
- формирование у студентов представления об основных методиках и способах решения нестандартных расчетных задач.

**3. Краткое содержание дисциплины**

Основные понятия и законы химии. Атом, молекула. Химическая формула вещества эмпирическая, молекулярная, графическая). Понятие «моль», «молярная масса», «относительная атомная и молекулярная масса»

Классификация неорганических веществ. Простые и сложные вещества. Оксиды: солеобразующие и несолеобразующие, кислотные, основные и амфотерные. Химические свойства оксидов. Гидроксиды: кислоты, основания и амфотерные гидроксиды. Химические свойства кислот, оснований, амфотерных оксидов. Соли: кислые, основные, средние. Химические свойства солей. Генетическая связь между классами неорганических соединений.

Теория строения атома. Периодический закон и Периодическая система элементов. Атом – сложная частица. Протоны, нейтроны, электроны. Изотопы. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева. Электронное строение атома. Квантовые числа. Принцип Паули. Правило Гунда. Принцип наименьшей энергии Клечковского. Заполнение электронных оболочек атомов. Оценка свойств химических элементов с точки зрения строения атомов и положения их в Периодической системе элементов. Электроотрицательность, энергия ионизации, сродство к электрону. Металличность и неметалличность.

Химическая связь, строение вещества. Типы химической связи. Ковалентная связь: полярная и неполярная. Механизм образования ковалентной связи: обменный и донорно-акцепторный. Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь.  $\Sigma$ - и  $\pi$ -связь. Кратные связи. Гибридизация связей. Геометрическая форма молекул. Теория электролитической диссоциации. Электролиты и неэлектролиты. Молекулярные и ионные уравнения химических реакций.

Окислительно-восстановительные реакции. Понятие «степень окисления». Постоянная и переменная степень окисления. Окислители и восстановители. Типы окислительно-восстановительных реакций: межмолекулярные, внутримолекулярные, диспропорционирования. Способы расстановки коэффициентов в окислительно-восстановительных реакциях: метод электронного баланса, метод ионно-электронного баланса (метод полуреакций) Поведение окислителей и восстановителей в разных средах.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- основные теоретические положения и понятия общей химии;
- сущность химических взаимодействий между неорганическими веществами, закономерности протекания химических реакций;
- генетическую связь между классами неорганических соединений;

##### **уметь:**

- применять основные положения и понятия общей химии;
- устанавливать причинно-следственные связи между строением вещества и его свойствами;
- раскрывать основные химические законы и положения с точки зрения теории строения вещества, атомно-молекулярного учения, теории электролитической диссоциации;
- применять формулы при вычислении основных химических величин, решать основные типы задач;

##### **владеть:**

- навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из Периодического закона и Периодической системы элементов;
- методикой решения химических расчетных задач с помощью известных формул и уравнений;
- методикой решения нестандартных химических расчетных задач.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачеты (1, 2 сем.).

### **Коллоидная химия**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Коллоидная химия» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.14.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- овладение теоретическими основами современной коллоидной химии, различными ее методами, пониманием закономерностей, определяющих свойства веществ в дисперсном состоянии и поверхностных явлениях в дисперсных системах.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### **Введение**

Основные понятия коллоидной химии, объекты и цели изучения. Коллоидные частицы и коллоидные системы; коллоидное (дисперсное) состояние вещества. Количественное определение дисперсности: дисперсность и удельная поверхность, кривизна поверхности частиц дисперсной фазы. Роль поверхностных явлений в процессах, протекающих в дисперсных системах. Взаимосвязь коллоидной химии с другими химическими дисциплинами, с физикой, биологией, геологией, медициной. Главные новые направления и объекты (наносистемы, микроэмульсии, биокolloиды, тонкие пленки и др.), изучаемые коллоидной химией.

#### **Поверхностные явления**

##### ***Термодинамика поверхностных явлений***

Поверхность раздела фаз. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение, силовая и энергетическая трактовки. Метод избыточных термодинамических функций поверхностного слоя (Гиббс). Понятие о поверхности разрыва и разделяющей поверхности. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики для поверхности раздела фаз. Изменение поверхностного натяжения жидкости на границе с собственным паром в зависимости от температуры, критическая температура по Менделееву.

##### ***Капиллярные явления***

Капиллярное давление. Закон Лапласа. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Закон Томсона. Капиллярная конденсация. Изотермическая перегонка вещества. Зависимость растворимости от кривизны поверхности дисперсных частиц (закон Гиббса-Оствальда-Фрейндлиха). Равновесная форма кристаллов (закон Гиббса-Кюри-Вульфа). Смачивание. Краевой угол. Закон Юнга (силовой и энергетический выводы). Соотношение между работами когезии и адгезии при смачивании. Капиллярное поднятие жидкости, уравнение Жюрена, капиллярная постоянная жидкости. Избирательное смачивание как метод характеристики поверхностей твердых тел (лиофильных и лиофобных). Полное смачивание (термодинамическое условие).

##### ***Поверхностные явления и механические свойства твердых тел***

Разрушение и измельчение (диспергирование) твердых тел как физико-химический процесс образования новой поверхности. Теория Гриффитса, условие самопроизвольного распространения трещин. Эффект Ребиндера: изменение прочности и пластичности как следствие снижения поверхностной энергии твердых тел. Основные формы проявления эффекта: пластифицирование, возникновение хрупкости, самопроизвольное диспергирование. Термодинамические условия проявления эффекта Ребиндера. Влияние химической природы твердых тел и жидкостей на возможность его проявления. Электрокапиллярный эффект.

##### ***Адсорбция на поверхности раздела фаз***

Адсорбция как самопроизвольное концентрирование на поверхности раздела фаз веществ, снижающих межфазное натяжение. Относительность понятия «поверхностная активность» (зависимость от природы контактирующих фаз). Поверхностно-активные металлы.

Термодинамика процесса адсорбции. Уравнение адсорбции Гиббса. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность, ее изменение в гомологических рядах ПАВ. Термодинамическое обоснование правила Траубе-Дюкло. Работа адсорбции. Динамический характер адсорбционного равновесия на поверхности раздела раствор ПАВ – газ. Уравнение Лэнгмюра, его связь с уравнениями Гиббса, Шишковского и Фрумкина. Строение монослоев растворимых ПАВ. Двухмерное состояние вещества



в поверхностном слое, ориентация молекул в разреженных и в насыщенных слоях. Уравнение состояния монослоя ПАВ. Расчет размеров молекул ПАВ.

Поверхностные пленки нерастворимых ПАВ; поверхностное давление; методы его измерения. Изотермы двухмерного давления. Адсорбция ПАВ на поверхности раздела несмешивающихся жидкостей. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.

### ***Электроповерхностные явления в дисперсных системах***

Двойной электрический слой (ДЭС). Причины образования ДЭС. Термодинамическое равновесие поверхности раздела фаз с учетом электрической энергии. Модели строения ДЭС (теории Гельмгольца, Гуи-Чепмена, Штерна, Грэма). Изменение потенциала в зависимости от расстояния от поверхности для сильно и слабо заряженных поверхностей; влияние концентрации и заряда ионов электролита. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и оседания; теория Гельмгольца-Смолуховского. Электрокинетический потенциал; граница скольжения. Методы определения электрокинетического потенциала.

### **Коллоидные (дисперсные) системы**

#### ***Лиофобные системы***

Диспергационные методы получения дисперсных систем (золей, эмульсий, пен, аэрозолей). Роль ПАВ в процессах получения дисперсных систем. Связь работы диспергирования с поверхностной энергией твердых тел. Использование эффекта Ребиндера для уменьшения работы диспергирования. Конденсационные способы получения дисперсных систем. Образование зелей в процессе химических реакций. Термодинамика гомогенного и гетерогенного образования коллоидных частиц при фазовых переходах 1-го рода (теория Гиббса-Фольмера). Работа образования зародышей новой фазы. Образование частиц дисперсной фазы в процессах кристаллизации из растворов, конденсации пересыщенного пара, кипения. Методы регулирования размеров частиц в дисперсных системах.

#### ***Лиофильные дисперсные системы***

Термодинамика образования лиофильных коллоидных систем; критерий самопроизвольного диспергирования (критерий Ребиндера-Щукина). Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), основные методы определения ККМ. Эмпирические закономерности изменения ККМ и минимального значения поверхностного натяжения на границе раздела раствор ПАВ – воздух в гомологических рядах ПАВ. Строение прямых и обратных мицелл при различных концентрациях ПАВ. Термодинамика мицеллообразования: тепловые эффекты, роль гидрофобных взаимодействий, диаграмма фазовых состояний, температурная зависимость ККМ; точка Крафта. Солюбилизация (коллоидное растворение органических веществ в прямых мицеллах).

#### ***Эмульсии и пены***

Эмульсии. Эмульгаторы, принципы выбора ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий. Роль гидрофильнолипофильного баланса молекулы ПАВ в стабилизации эмульсий. Эмульсионные пленки; их строение и факторы, влияющие на устойчивость эмульсионных пленок. Обращение фаз в эмульсиях. Твердые эмульгаторы. Методы разрушения эмульсий. Пены. Строение пен и их классификация. Кратность пен. Пенообразователи, эффективность их влияния и связь с гидрофильно-липофильным балансом используемых ПАВ. Влияние электролитов на пенообразующую способность ПАВ. Пенные пленки, строение, факторы устойчивости. Черные пленки.

#### ***Аэрозоли***

Классификация аэрозолей по агрегатному состоянию частиц дисперсной фазы. Методы получения и измерения размеров аэрозольных частиц. Молекулярно-кинетические свойства аэрозолей (высоко- и грубодисперсных). Электрические свойства аэрозолей, причины возникновения заряда на поверхности частиц. Агрегативная устойчивость

аэрозолей. Способы и особенности разрушения аэрозолей. Практическое использование аэрозолей (примеры).

#### **Устойчивость дисперсных систем**

##### ***Седиментационная устойчивость***

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Диффузия в коллоидных системах. Закон Эйнштейна. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Константа седиментации. Дифференциальная кривая распределения частиц по размерам; интегральная кривая; построение их из данных по кинетике накопления осадка. Седиментационно-диффузионное равновесие.

##### ***Агрегативная устойчивость***

Теория устойчивости гидрофобных золь (теория ДЛФО). Термодинамика тонких пленок. Расклинивающее давление по Дерягину. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Учет молекулярной природы контактирующих фаз, для тонких пленок и сферических частиц. Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Зависимость энергии взаимодействия частиц дисперсной фазы от расстояния между ними. Основные факторы, влияющие на агрегативную устойчивость дисперсных систем. Структурно-механический барьер (теория Ребиндера).

##### ***Коагуляция золь электролитами***

Порог коагуляции; зависимость критической концентрации электролита от размера и заряда коагулирующего иона (правило Шульце-Гарди). Антагонизм и синергизм в действии электролитов на процесс коагуляции. Коагуляция сильно и слабо заряженных золь (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Обоснование правила Шульце-Гарди и критерия Эйлера-Корфа в теории ДЛФО. Кинетика коагуляции. Теория быстрой коагуляции (Смолуховский); основные положения теории медленной коагуляции (Н.Фукс).

##### ***Основы физико-химической механики***

Закономерности течения свободно-дисперсных систем под действием приложенного давления. Закон Ньютона. Влияние концентрации и формы частиц дисперсной фазы на закономерности течения (закон Эйнштейна). Структурообразование в дисперсных системах. Возникновение и развитие пространственных структур. Природа контактов между элементами структур. Периодические структуры. Образование и свойства гелей. Описание дисперсных систем на основе реологических моделей (Максвелла, Кельвина, Бингама, Шведова). Полная реологическая кривая.

##### ***Коллоидно-химические основы охраны природы***

Охрана природы. Методы очистки природных и сточных вод, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем Гетерокоагуляция как метод разделения дисперсий; микрофлотация. Роль аэрозолей в загрязнении окружающей среды.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### ***знать:***

- место и роль коллоидной химии в целостной системе знаний, ее взаимосвязь с другими науками;
- понятия, определения, термины, используемые в курсе коллоидной химии;
- особые свойства поверхностей раздела фаз;
- закономерности адсорбции ПАВ и влияния адсорбционных слоев на свойства дисперсных систем;
- лиофильные и лиофобные дисперсные системы, их свойства и применение;

- основы физико-химической механики;
- коллоидно-химические основы охраны природы.

**уметь:**

- применять основные положения и понятия коллоидной химии;
- использовать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать выводы из практической работы;
- систематизировать полученные знания и использовать их для решения конкретных задач, встречающихся в процессе учебной деятельности.

**владеть:**

- основами учения об устойчивости дисперсных систем;
- расчетными методами количественного описания дисперсных систем;
- рядом методов исследования дисперсных систем, адсорбции ПАВ на различных поверхностях раздела фаз.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

### **Химия координационных соединений**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Химия координационных соединений» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.15.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование у студентов представлений о координационных соединениях, современных теориях их строения, стереохимии, реакционной способности и поведении в растворе.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Введение**

Три этапа становления координационной химии. Основные понятия и определения. Номенклатура координационных соединений. Классификация и изомерия координационных соединений. Ранние теории координационной химии. Координационная теория Вернера.

**Строение комплексных соединений**

Строение комплексных соединений с позиций метода валентных связей. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Гибридизация орбиталей центрального атома при образовании октаэдрических, тетраэдрических и квадратных комплексов. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Факторы, влияющие на величину расщепления в кристаллическом поле ( $\Delta$ ). Зависимость энергии спаривания электронов ( $P$ ) от электронного строения центрального атома (иона). Влияние соотношения величин  $P$  и  $\Delta$  на вероятность реализации низко- или высокоспинового состояния. Условия проявления эффекта Яна-Теллера. Использование ТКП для объяснения магнитных и спектральных свойств комплексов. Спектрохимический ряд лигандов. Энергия стабилизации кристаллическим полем и ее влияние на свойства комплексных соединений. Комплексообразование с позиций теории поля лигандов (ТПЛ). Сравнение возможностей метода валентных связей, теории кристаллического поля и теории поля лигандов в описании строения комплексных соединений.

**Устойчивость координационных соединений**

Комплексообразование в растворах. Термодинамическая, реальная и условная константы устойчивости. Факторы, определяющие устойчивость комплексов. Корреляция свойств комплексообразователя и лиганда с устойчивостью комплексов. Определение констант устойчивости. Графические методы, основанные на применении функции образования и закомплексованности. Экспериментальные методы определения констант устойчивости

(спектроскопические, электрохимические, хроматографические, экстракционные и др.). Интерпретация данных по константам устойчивости.

### **Реакционная способность координационных соединений**

Понятие о реакционной способности координационных соединений. Теория взаимного влияния. Теория кислотно-основных превращений координационных соединений. Реакции замещения лигандов. Классификация комплексов по механизму замещения. Окислительно-восстановительные реакции комплексов. Классификация окислительно-восстановительных реакций. Внешне- и внутрисферный механизмы, их отличие. Влияние растворителей на скорость химических реакций. Гетерогенные реакции.

### **Методические особенности исследования координационных соединений**

Общие замечания. Проблемы идентификации и анализа. Установление химической индивидуальности комплексов.

Исследование комплексов в растворах. Определение состава комплексных частиц в растворе. Определение стехиометрического соотношения компонентов при доминировании одной комплексной частицы. Ступенчатое комплексообразование. Методы определения ионных форм комплексообразователя и лиганда, входящих в состав комплекса. Экспериментальные методы определения равновесных концентраций комплексообразователя, лиганда, комплексной частицы. Зависимость функции образования, функции закомплексованности и степени образования комплекса от равновесных концентраций и устойчивости комплексов. Метод соответственных растворов и метод конкурирующих реакций.

Изучение твердых комплексов. Методы определения состояния окисления центрального иона. Физические методы (магнетохимия, электронный парамагнитный резонанс, мессбауэровская спектроскопия, электронная спектроскопия, рентгеноэлектронная спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, колебательная спектроскопия).

### **Применение координационных соединений**

Применение координационных соединений в аналитической химии. Основные критерии выбора реакции комплексообразования для аналитического применения. Использование комплексных соединений для идентификации, определения, маскирования, концентрирования и разделения веществ химическими и физическими методами. Способы улучшения метрологических характеристик методов определения, концентрирования и разделения: чувствительности, селективности, правильности и воспроизводимости. Применение координационных соединений для получения и разделения близких по свойствам редких металлов. Координационные соединения в органическом синтезе и каталитических реакциях. Координационные соединения в живых организмах. Координационные соединения в новых технологиях.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- основные положения теории Вернера;
- типы, номенклатуру и виды изомерии координационных соединений;
- сущность, возможности и ограничения метода валентных связей, теорий кристаллического поля и поля лигандов для описания строения координационных соединений и объяснения их свойств;

- связь между положением элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева и его способностью к комплексообразованию;
- условия образования и разрушения комплексов в растворах;
- виды окислительно-восстановительных превращений координационных соединений;
- основные принципы, лежащие в основе синтеза комплексных соединений;
- физико-химические методы определения состава и устойчивости комплексных соединений;

**уметь:**

- устанавливать координационные формулы на основе результатов реакций обмена и измерения электропроводности;
- с позиции теорий кристаллического поля и поля лигандов объяснять магнитные и оптические свойства комплексных соединений;
- составлять математические выражения ступенчатых и общих констант устойчивости (констант образования) комплекса, рассчитывать концентрации ионов комплексообразователя и лигандов исходя из констант устойчивости;
- составлять уравнения протолитических равновесий; на основе кислотных свойств делать выводы о характере связей металл - лиганд;
- предсказывать влияние природы лигандов на окислительно-восстановительные свойства комплекса;
- выбирать пути синтеза соединений заданного состава; - использовать физико-химические методы для определения состава и устойчивости комплексов;

**владеть:**

- информацией о современном состоянии химии и технологии координационных соединений;
- принципами получения новых координационных соединений с заданными свойствами;
- химическими и физико-химическими методами установления состояния окисления центрального атома;
- методами исследования молекулярной структуры координационных соединений.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (8 сем.).

**Избранные главы неорганического материаловедения**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Избранные главы неорганического материаловедения» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.16.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- ознакомление студентов с избранными разделами неорганического материаловедения.

Выбор разделов определен тенденциями развития неорганического материаловедения в последние годы.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Роль материалов в современной технике**

Цели и задачи материаловедения. Конструкционные и функциональные материалы. Принципы классификации функциональных материалов. Типы функциональных материалов. Зонная теория. Метод «сильной связи». Зонная структура одномерных систем. Типы неустойчивости в квазиодномерных системах. Зонная структура двумерных

и трехмерных кристаллов. Ионные кристаллы. Ионная связь. Молекулярные кристаллы, ван-дер-ваальсово взаимодействие.

#### **Дефектообразование и нестехиометрия в твердых телах**

Явления разупорядоченности в кристаллах. Равновесие дефектов в бинарных кристаллах. Равновесие дефектов в тройных кристаллах.

#### **Металлические материалы**

Общая характеристика конструкционных, жаростойких, жаропрочных, инструментальных сталей и сплавов. Физическая химия металлических материалов. Диаграммы состояния. Кристаллические структуры и химическая связь. Механические свойства металлических материалов, их физико-химическая характеристика. Методы испытаний. Методы упрочнения сплавов.

#### **Неметаллические неорганические материалы**

Природные и искусственные материалы. Керамические материалы. Общая характеристика и классификация керамических материалов. Методы получения керамики. Монокристаллические материалы. Основные методы выращивания монокристаллов. Ультрадисперсные материалы. Общая характеристика наноматериалов. Базовые понятия. Критерии определения наноматериалов. Углеродные наноструктурные материалы. Особенности формирования углеродных структур. Методы синтеза углеродных наноструктурных материалов. Выделение и разделение фуллеренов. Методы аттестации и идентификации углеродных наноструктурных материалов. Свойства углеродных наноматериалов. Области применения углеродных наноструктурных материалов. Хранение водорода в фуллеренах.

#### **Композиционные материалы**

Общая характеристика и классификация композиционных материалов. Композиционные материалы на металлической и оксидно-минеральной основе. Композиционные материалы на полимерной основе. Строение, свойства, технология, применение. Нульмерные, одномерные, двумерные наполнители.

#### **Функциональные свойства материалов**

Классификация материалов по свойствам и функциям. Общая характеристика материалов со специфическими (механическими, термическими, ядерными, оптическими, электромагнитными, биохимическими) свойствами. Полупроводниковые материалы. Общая характеристика полупроводников. Химическая связь в полупроводниках. Физические явления в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Влияние различных факторов на электропроводность полупроводников. Особо чистые вещества и монокристаллы. Методы контроля чистоты полупроводников. Элементарные полупроводники на основе кремния и германия. Получение, очистка, свойства, применение. Полупроводниковые материалы на основе соединений АІІІV, АІІІVI, АІVVI.

#### **Практическая диагностика материалов**

Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, термоаналитические методы исследования (ДТА, ТГА, ДСК), методы колебательной (ИК, КР) спектроскопии, спектроскопия ядерного магнитного резонанса, исследование электрических, магнитных, нелинейно-оптических и суперионных свойств.

#### **Основные области применения функциональных материалов. Физико-химические принципы конструирования новых материалов**

##### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

##### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- основные типы материалов, принципы их классификации и особенности;

**уметь:**

- устанавливать логику взаимосвязи свойств неорганических материалов с их фазовым составом и структурой;

**владеть:**

- основными методами диагностики материалов.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (8 сем.).

### Строение вещества

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Строение вещества» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОД.17.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- овладение теоретическими основами учения о строении молекул;
- совершенствование представлений о химической связи в жидких, аморфных, кристаллических веществах;
- систематизация знаний о природе химической связи и влиянии ее на строение молекул и кристаллов.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Теории строения атома. Квантово-механическая модель строения атома**

Теории строения атома. Квантовая механика. Спектр атома водорода. Спектры других атомов. Константа Ридберга. Стационарное уравнение Шредингера для свободной молекулы. Квантово-механическая модель строения атома. Теории строения атома. Постулаты Бора. Классическая механика. Квантовая механика. Спектр атома водорода и других атомов. Константа Ридберга. Стационарное уравнение Шредингера для свободной молекулы. Волновая функция и ее физический смысл. Квантово-механическая модель строения атома

**Химическая связь. Физические основы учения о строении молекул**

Химическая связь. Молекула водорода по Гейтлеру и Лондону. Условия и механизмы образования связи. Типы химической связи. Характеристики химической связи. Электронные, колебательные и вращательные состояния. Частоты основных колебательных переходов. Энергия вращательного движения двухатомных молекул. Нормальные колебания молекул. Валентные и деформационные колебания. Гармонический упругий осциллятор

**Электрические и магнитные свойства веществ**

Диполь и электрический дипольный момент. Полярные молекулы. Поляризуемость молекул (электронная, атомная, ориентационная). Магнитный момент. Диамагнитные и парамагнитные вещества. Полярные молекулы. Дипольный момент. Поляризация. Рефракция, атомная и дисперсионная поляризация. Уравнение Клаузиуса-Мосотти. Поляризуемость молекул (электронная, атомная, ориентационная). Магнитная восприимчивость. Диамагнитные и парамагнитные вещества.

**Силы ван-дер-Ваальса. Типы межмолекулярных взаимодействий**

Межмолекулярные взаимодействия. Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий (ориентационное, индукционное, дисперсионное). Эффект Кеззома. Эффект Дебая для полярных молекул. Квадруполь. Мгновенный диполь. Эффект Лондона.

### **Спектральные данные двухатомных молекул**

Общая характеристика спектров. Спектры спускания и поглощения. Нормальные колебания молекул. Валентные и деформационные колебания. Раман-эффект. Кривая потенциальной энергии двухатомных молекул. Общая характеристика спектров. Спектры спускания и поглощения. Полосатые и линейчатые спектры. Нормальные колебания молекул. Валентные и деформационные колебания.

### **Конденсированное состояние вещества. Твердое и жидкое состояния**

Конденсированное состояние вещества. Твердое и жидкое состояния. Ближний и дальний порядок. Строение жидкостей. Квази-кристаллическая структура жидкости. Аморфное состояние. Структурная классификация конденсированных фаз. Упорядоченные и неупорядоченные конденсированные фазы.

### **Кристаллическое состояние вещества**

Кристаллическое состояние вещества. Монокристаллы и поликристаллические вещества. Идеальный кристалл. Элементы симметрии. Классы симметрии, сингонии.

### **Мезофазы**

Понятие мезофаз. Методы изучения их структуры. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики). Применение жидких кристаллов.

### **Экспериментальные методы определения структуры молекул и кристаллов**

Обзор экспериментальных методов определения структуры молекул и кристаллов. Дифракционные методы исследования (рентгенография, электронография, нейтронография). Электронограф. Быстрые электроны. Нейтронография. Сравнительная характеристика методов

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### ***знать:***

- классическую теорию химического строения;
- основные теоретические положения и понятия современной модели строения атома и квантовые состояния молекул;
- строение вещества в конденсированном состоянии;
- основные методы определения строения молекул и кристаллов (химические и физические);

##### ***уметь:***

- адаптировать знания и умения, полученные при изучении дисциплины, к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- решать расчетные задачи;

##### ***владеть:***

- основными категориями и понятиями учебной дисциплины;
- теоретическими знаниями о современных методах определения структуры соединений.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

4 зачетные единицы (144 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (7 сем.).



## **Право, правовые основы охраны природы и природопользования**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Право, правовые основы охраны природы и природопользования» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.1.1.

### **2. Цель освоения дисциплины:**

- приобретение студентами необходимых знаний в области государства и права, знаний соответствующих отраслей российского законодательства, с которыми будет связана последующая профессиональная деятельность специалиста.

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

Государство и право. Закон и подзаконные акты. Правонарушение и юридическая ответственность. Значение законности и правопорядка в современном обществе. Конституция Российской Федерации – основной закон государства. Трудовое законодательство. Правовые основы защиты государственной тайны.

Экологическое право. Понятие экологического права; его предмет, метод, источники. Нормы экологического права. Экологические правоотношения. Субъекты и объекты экологических правоотношений. Система экологического права. Экологические права гражданина Российской Федерации как особая разновидность его конституционных прав. Система органов государственной власти, обеспечивающая охрану природной среды. Права и обязанности природопользователей. Понятие экологического правонарушения и его виды. Ответственность за нарушение экологического законодательства. Правовые основы природопользования и охраны природы.

### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способен использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4).

### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### ***знать:***

- правовые основы природопользования;
- основные понятия и принципы природопользования и охраны окружающей среды;
- основы правового обеспечения охраны природы и рационального природопользования;

#### ***уметь:***

- анализировать и ясно излагать основы охраны природы и природопользования;
- толковать и применять нормы экологического законодательства;

#### ***владеть:***

- понятийным аппаратом в области природопользования и охраны окружающей среды;
- навыками поиска и использования нормативно-правовых актов, регулирующих деятельность в области охраны природы и природопользования.

### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (5 сем.).

## **Политические отношения в регионе**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Политические отношения в регионе» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.1.2.

## **2. Цели освоения дисциплины:**

- формирование объективных представлений о процессах, протекающих в Республике Бурятия и, в целом, в Российской Федерации;
- овладение теоретическими и эмпирическими методами анализа политических отношений и политических процессов на региональном уровне, получение первичных навыков сбора и анализа информации в этой области.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

### **Политический процесс и политическая система РФ**

#### ***Структура и субъекты политического процесса в современной России***

Общая характеристика политической системы Российской Федерации. Структура политической системы. Функции политической системы. Политические институты. Политическая организация общества. Субъекты политических отношений. Государственно-административный аппарат.

#### ***Государство как территориально-политическая система. Федерализм и федеративное государство. Разграничение полномочий между уровнями власти***

Территориально-государственное строительство. Регион в балансе отношений «центр-регионы». Центр в балансе отношений «центр-регионы». Концептуализация баланса отношений «центр-регионы». Функционалистский подход к изучению баланса отношений «центр-регионы». Понятие «региональная политика». Содержание «региональной политики». Подходы в региональной политике. Региональное участие и региональный политический процесс. Понятие «федерализм». Особенности федеративной территориально-политической системы. Концепции федерализма. Ассиметричная федерация. Принципы разграничения полномочий. Идеология разграничений полномочий и определение компетенций центра. Разграничение полномочий в экономике. Разграничение полномочий по вопросам земли, недр и аграрного сектора. Разграничение полномочий в социальной сфере. Разграничение полномочий и инфраструктурных отраслях. Некоторые общие принципы разграничений полномочий. Президент РФ. Правительство РФ. Система ведомственных вертикалей. Роль Федерального Собрания. Роль Конституционного суда. Роль судебных органов и прокуратуры.

#### ***Партии и партийная системы. Избирательный процесс в России***

Возникновение партий в России. Эволюция партийно-политической системы Российской Федерации. Политический плюрализм в России. Создание оппозиции в перестроечное время. Распад КПСС. Возникновение многопартийности. Становление партийной системы в современной России. Классификация российских партий. Политические партии и власть. Ресурсы политических партий. Укрепление вертикали власти и место политических партий в ней. Особенности развития и институционализации общенациональной партийно-политической системы. Развитие производственных мощностей в российских регионах и модели приватизации региональной власти. Особенности развития групп влияния в национальных республиках. Развитие политических партий в регионах России и особенности институционализации групп интересов.

### **Политические отношения и процессы в регионе**

#### ***Российский регион как политический субъект***

Признаки российских регионов. Географические, исторические, социально-экономические особенности как специфика политической субъектности. Географическое положение Республики Бурятия. Сибирский федеральный округ. История региона. Современное социально-экономическое и политико-правовое положение Республики Бурятия. Этнокультурные аспекты развития региона. Демографическое и социальное положение населения. Этнический состав. Культура бурятского народа.

#### ***Системы региональной власти***

Исполнительная власть в субъектах РФ. Модели исполнительной власти в республиках. Исполнительная и законодательная власти в РБ. Разделение властей и система сдержек и противовесов в РБ.

### ***Местное самоуправление в регионах***

Системы местной власти. Структура и функции органов местного самоуправления. Конституционные принципы организации местного самоуправления. История возникновения и развития местного самоуправления в Российской Федерации. Формирование местного самоуправления в современной России. Вопросы местного значения и полномочия органов МСУ. Нормы ответственности МСУ перед государством. Формы горизонтальной интеграции муниципальных образований. Территориальное общественное самоуправление. Территориальные модели организации местного самоуправления. Модель Республики Бурятия.

### ***Региональные политические конфликты и их разрешение. Этнополитические процессы в регионе***

Подходы к изучению региональных конфликтов в РФ. Конфликт между губернаторами и законодательными собраниями. Конфликт между губернаторами и местным самоуправлением. Конфликты губернаторы против «федералов». Подходы к изучению региональных конфликтов в РФ. Национальная политика РБ. Основные тенденции межнациональных отношений. Партийное и корпоративное измерение региональное конфликтности. Национальный вопрос в истории России. Этнополитический процесс в советское время. Этнополитическая ситуация в современной России. Мультикультурализм. Межнациональные конфликты и пути их разрешения. Межэтнические процессы в Бурятии. Национальная политика РФ и РБ.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способен анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### ***знать:***

- основные характеристики современной политической системы и политического процесса в России и Бурятии;

##### ***уметь:***

- применять теоретические положения для анализа политических ситуаций;
- ясно излагать и аргументировать собственную точку зрения относительно происходящих процессов;
- характеризовать основные политические события в регионе;

##### ***владеть:***

- навыками сбора, обработки и анализа эмпирической информации по политической проблематике.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (5 сем.).

### **Педагогика и психология**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Педагогика и психология» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.2.1.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- развитие умения самостоятельно мыслить и предвидеть последствия собственных действий, самостоятельно учиться и адекватно оценивать свои возможности.

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

**Педагогика:** объект, предмет, задачи, функции, методы педагогики. Основные категории педагогики: образование, воспитание, обучение, педагогическая деятельность, педагогическое взаимодействие, педагогическая технология, педагогическая задача.

Образование как общечеловеческая ценность. Образование как социокультурный феномен и педагогический процесс. Образовательная система России. Цели, содержание, структура непрерывного образования, единство образования и самообразования. Педагогический процесс. Образовательная, воспитательная и развивающая функции обучения. Воспитание в педагогическом процессе. Общие формы организации учебной деятельности. Урок, лекция, семинарские, практические и лабораторные занятия, диспут, конференция, зачет, экзамен, факультативные занятия, консультация. Методы, приемы, средства организации и управления педагогическим процессом. Семья как субъект педагогического взаимодействия и социокультурная среда воспитания и развития личности. Управление образовательными системами.

**Психология:** предмет, объект и методы психологии. Место психологии в системе наук. История развития психологического знания и основные направления в психологии. Индивид, личность, субъект и 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. Познавательные процессы. Ощущение. Восприятие. Представление. Воображение. Мышление и интеллект. Творчество. Внимание. Мнемические процессы. Эмоции и чувства. Психическая регуляция поведения и деятельности. Общение и речь. Психология личности. Межличностные отношения. Психология малых групп. Межгрупповые отношения и взаимодействия.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способен к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### ***знать:***

- сущность и значение изучаемой дисциплины;
- объект, предмет, основные функции, методы, категории педагогики и психологии;
- основные направления развития педагогических парадигм и психологических теорий;
- современные теории воспитания и обучения;
- сущность модернизации российской системы образования;
- роль и значение общения в организации успешных совместных действий;

##### ***уметь:***

- осуществлять теоретическое моделирование психолого- педагогических процессов и явлений;
- выявлять и анализировать качественные и количественные характеристики психолого-педагогических процессов, определять тенденции их развития;
- анализировать реальные психолого-педагогические ситуации;
- диагностировать индивидуально-психологические и личностные особенности людей, стилей их познавательной и профессиональной деятельности;

##### ***владеть:***

- информационной компетентностью (самостоятельно работать с различными информационными источниками), классифицировать, анализировать, синтезировать и оценивать значимость информации;
- технологиями проектирования и организации образовательной среды;
- технологией решения психолого-педагогических задач и анализа ситуаций.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (6 сем.).

## Русский язык и культура речи

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Русский язык и культура речи» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.2.2.

### 2. Цели освоения дисциплины:

- повышение речевой грамотности студентов (как письменной, так и устной).

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Культура речи. Основные понятия курса

Язык и речь. Функции языка. Единицы языка. Уровни языка.

#### Понятие современного русского литературного языка

Русский язык в современном мире. Разновидности русского национального языка: диалект, просторечие, жаргон. Литературный язык как высшая форма существования языка.

#### Нормы современного русского литературного языка

Фонетические нормы: орфоэпические и акцентологические нормы. Нормы словоупотребления. Употребление синонимов, антонимов, омонимов, паронимов в речи. Употребление иноязычной лексики. Причины возникновения речевых ошибок. Тавтология и плеоназм.

#### Функциональные стили русского языка

Разговорная речь в системе функциональных разновидностей русского литературного языка. Условия функционирования разговорной речи, роль внеязыковых факторов. Научный стиль. Специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Речевые нормы учебной и научной сферы деятельности. Официально-деловой стиль, сфера его функционирования, жанровое разнообразие. Языковые формулы официальных документов. Правила оформления документов. Речевой этикет в документе.

#### Ораторская речь

Особенности устной публичной речи. Оратор и его аудитория. Подготовка речи: выбор темы, цель речи, поиск материала, начало, развертывание, завершение речи.

### 4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5).

### 5. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- функции языка и речи;
- нормы литературного языка;
- функциональные стили языка;

#### **уметь:**

- соблюдать нормы современного русского литературного языка;
- строить текст разных стилей;
- строить текст разных жанров;
- использовать полученные знания в профессиональной деятельности, в межличностном общении;

#### **владеть:**

- способностью к деловой коммуникации в профессиональной сфере.

### 6. Общая трудоемкость дисциплины:

2 зачетные единицы (72 часа).

### 7. Форма контроля:

Промежуточная аттестация – зачет (6 сем.).

## Полимерные композиты

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Полимерные композиты» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.3.1.

### 2. Цель освоения дисциплины:

- формирование у студентов современных представлений о полимерных композитных материалах, технологиях их получения, свойствах, областях применения.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Введение

Систематика материалов: конструкционные, функциональные и др., их основные свойства, факторы определяющие структуру и области применения. Современные проблемы получения и исследования перспективных полимерных материалов и их решение на уровне учения о составе.

#### Методы исследования полимерных композитов

Специфика современных инструментальных методов исследования перспективных полимерных материалов. Разрушающие и неразрушающие методы анализа перспективных полимерных материалов, способы их реализации на практике.

#### Получение полимерных композитов

##### *Неорганические композиты*

Металлы и материалы на их основе: волокна, металлопласты, металлополимеры. Новые полимерные формы углерода и материалы на их основе. Соединения внедрения в графит, углеродные волокна, синтетические алмазы и пленки на их основе. Фуллерены и эндодральные соединения на их основе. Фуллериты и сверхтвердые формы углерода. Полимерная керамика и композиты. Дизайн неорганических полимерных материалов.

##### *Органические композиты*

Органические полимеры и перспективные материалы на их основе: полимерные полупроводники, проводники и фотопроводники. Перспективные полимерные композиционные материалы: стекло- и органопластики. Проблемы биосовместимости и перспективы развития полимерного материаловедения.

### 4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1).

### 5. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- современные направления развития химии в области высокомолекулярных соединений;
- существо процессов, определяющих химическое, физическое и механическое поведение полимерных материалов;
- принципы и области использования объектов высокомолекулярного характера, с учетом их состава, строения и поведения;

#### **уметь:**

- комплексно применять положения и понятия химии высокомолекулярных соединений;
- устанавливать соответствие между объектом химии полимеров методами его получения и применения;

#### **владеть:**

- навыками анализа процессов, протекающих в органических и неорганических материалах;
- работать со справочной литературой по полимерным материалам.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

**Фундаментальные понятия химии****1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Фундаментальные понятия химии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.3.2.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- углубление знаний в области основных теорий, моделей, принципов и концепций современной химии.

**3. Краткое содержание дисциплины****Химическая связь**

Типы химических связей, валентность, степень окисления, координационные числа, межмолекулярные взаимодействия. Метод МО-ЛКАО для многоатомных молекул. Геометрия молекул. Локализация, делокализация, гибридизация. Гипервалентность, электронодефицитные молекулы.

**Кислотно-основное равновесие**

Кислотность по Бренстеду. Кислотно-основное равновесие в воде. Нивелирующий эффект растворителя. Закономерности в изменении кислотности по Бренстеду. Кислотность по Льюису. Примеры кислот и оснований Льюиса. Кислоты элементов групп бора и углерода. Кислоты элементов групп азота и кислорода. Молекулы галогенов как кислоты Льюиса. Классификация кислот и оснований Льюиса. Основные типы реакций. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Термодинамические параметры кислотности. Растворители как кислоты и основания. Сильные кислоты, суперкислоты. Функция кислотности.

**Введение в супрамолекулярную химию**

Нековалентные взаимодействия. Основные понятия супрамолекулярной химии.

**4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1).

**5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- фундаментальные понятия в химии – типы химических связей, валентность, степень окисления, координационные числа, межмолекулярные (невалентные) взаимодействия;
- кислоты и основания в неорганической, координационной и органической химии, суперкислоты, водные и неводные растворы и растворители, сверхкритические среды;
- основные понятия супрамолекулярной химии;

**уметь:**

- использовать знания, накопленные при изучении дисциплины, при решении конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;

**владеть:**

- теоретическими представлениями фундаментальных разделов химии.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

## Химия окружающей среды и химико-экологический мониторинг

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химия окружающей среды и химико-экологический мониторинг» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.4.1.

### 2. Цели освоения дисциплины:

- ознакомление студентов с концептуальными основами химии окружающей среды как современной комплексной науки, изучающей химические процессы, протекающие в различных геосферах Земли;
- формирование представлений о взаимосвязанности природных физических, химических и биологических процессов в различных земных оболочках и характере влияния на них человеческой деятельности.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Введение. Физико-химическая эволюция геосфер Земли

Предмет химии окружающей среды. Связь с другими дисциплинами. Особенности химических превращений в природных системах. Геохимическая история планеты. Геосферы и земные оболочки. Основные источники энергии на Земле: эндогенные и экзогенные процессы. Распространенность химических элементов в окружающей среде. Биохимическая эволюция атмосферы и гидросферы. Роль живых организмов в формировании биосферы.

#### Физико-химические процессы в атмосфере

Строение и состав атмосферы. Температурный профиль атмосферы. Устойчивость атмосферы. Фотохимические процессы в верхних слоях земной атмосферы. Фотохимические процессы в стратосфере. Озон. Нулевой цикл. Озоновый слой, его функции в биосфере. Влияние оксидов азота и галогенсодержащих органических соединений на нулевой цикл озона. Физико-химические процессы в тропосфере. Свободные радикалы в тропосфере. Фотохимическое окисление метана. Реакции гомологов метана. Алкены. Реакции озонирования. Бензол и его гомологи. Альдегиды и кетоны. Превращения с участием оксидов азота. Аммиак. Оксиды азота. Фотохимический смог. Атмосферный цикл соединений азота. Соединения серы в атмосфере. Сероводород. Диоксид серы. Окисление соединений серы. Парниковые газы в атмосфере. Вода в атмосфере.

#### Химические процессы в гидросфере

Гидрологический цикл. Основные виды природных вод и особенности их состава. Аномальные свойства воды и их роль в природе. Особенности воды как растворителя. Карбонатная система и концентрация ионов водорода в воде. Угольная кислота и рН раствора. Растворимость карбонатных пород. Кальцит. Доломит. Высокомагнезиальный кальцит. Влияние примесей на растворимость кальцита. Равновесная растворимость силикатных пород. Растворимость гипсита и алюмосиликатов. Диаграммы устойчивости. Окислительно-восстановительные процессы в гидросфере. Окислительно-восстановительные потенциалы природных водоемов. Диаграммы  $pE - pH$  для системы  $Fe-O-H_2O-S-CO_2$ . Окисление-восстановление в природных условиях. Фотосинтез. Процессы дыхания и разложения. Температурный профиль пресноводных водоемов. Редокс-буферность. Олиготрофные и эвтрофные водоемы. Процессы комплексообразования в гидросфере. Природные и синтетические комплексообразователи. Поверхностно-активные вещества в водоемах. Океан. Эстуарии. Температурный профиль, состав и свойства океанических вод. Процессы удаления основных растворенных веществ. Особенности окислительно-восстановительных процессов в океане.

#### Химические процессы в почвенном слое

Строение литосферы. Структура земной коры. Почва. Образование почвенного слоя. Элементный и фазовый состав почв. Гумус. Состав и свойства гумусовых веществ.



Влагоемкость и водопроницаемость почв. Почвенные растворы. Почвенный поглощающий комплекс. Катионнообменная способность почв. Селективность катионного обмена. Кислые почвы. Виды почвенной кислотности. Формы соединений алюминия в почвах. Соединения кремния и алюмосиликаты. Азот, фосфор и сера в почвенных процессах. Марганец и железо в почвах. Микроэлементы и химическое загрязнение почв.

#### **Миграция и трансформация примесей в биосфере**

Виды миграции. Воздушная, водная, биогенная и техногенная миграция. Факторы миграции. Классификация мигрирующих элементов. Геохимические барьеры. Физико-химические, механические, биогеохимические и техногенные барьеры. Миграция и аккумуляция соединений кремния, алюминия, фосфора, тяжелых металлов и радиоактивных элементов в биосфере. Процессы самоочищения водоемов. Гидролиз солей тяжелых металлов. Окисление органических веществ в аэробных условиях. Трансформация нефти и пестицидов в окружающей среде. Кислотные дожди. Кислотообразующие вещества в атмосфере. Закисление осадков. Трансграничный перенос кислотных осадков. Динамика изменения pH и химического состава осадков. Процессы адсорбции оксидов серы и азота подстилающей поверхностью. Закисление озер. Закисление почв. Подвижность элементов и кислотность почв.

#### **Контроль и оценка состояния окружающей среды**

Стандарты качества окружающей среды. Нормирование атмосферных загрязнений, загрязняющих веществ в водных объектах, содержания вредных веществ в почве. Экологический мониторинг. Аналитические методы контроля за состоянием окружающей среды. Приоритетные контролируемые параметры окружающей среды. Концепция и структура системы мониторинга, принципы ее функционирования. Роль мониторинга в анализе и предупреждении опасного развития последствий глобальных антропогенных воздействий

#### **Экологический риск и рациональное природопользование**

Основные направления и методы снижения экологического риска от загрязнения окружающей среды. Методы очистки производственных выбросов в атмосферу. Пути предотвращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Методы предотвращения загрязнения гидросферы, очистка сточных вод. Методы предотвращения и ликвидации вредных последствий в результате применения удобрений и ядохимикатов. Принципы создания комплексных малоотходных технологий. Разработка замкнутых циклов использования природных ресурсов. Научные предпосылки реализации концепции устойчивого развития общества.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- современные теоретические представления химии и способы их применения к описанию и анализу химических процессов в различных природных средах;
- сущность физико-химических процессов, происходящих в атмосфере, гидросфере и атмосфере;
- основные источники антропогенного химического загрязнения окружающей среды, виды и закономерности миграции и трансформации загрязняющих веществ в природных средах;
- сущность экологических проблем, связанных с антропогенным воздействием на окружающую среду и пути их преодоления;

**уметь:**

- решать задачи, связанные с физико-химическими процессами в атмосфере, гидросфере и почвенном слое;
- прогнозировать возможные пути миграции и трансформации химических соединений в объектах окружающей среды их воздействие на экосистемы;

**владеть:**

- методами химического мониторинга и оценки степени антропогенного изменения объектов окружающей среды.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (8 сем.).

### **Гидрохимия**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Гидрохимия» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.4.2.

#### **2. Цели освоения дисциплины:**

- формирование у студентов представлений о процессах формирования химического состава природных вод;
- ознакомление с приемами и методами анализа водных объектов.

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

##### **Гидрохимия как наука**

Краткий исторический очерк. Современное состояние и задачи гидрохимических исследований, определения, основные понятия.

##### **Закономерности протекания химических процессов в воде**

Происхождение подземных вод и их распространение. Гидрология и гидрохимия подземных вод. Классификации подземных вод. Грунтовые воды. Напорные (артезианские) воды. Минеральные воды. Зональность подземных вод. Состав воды. Вода как растворитель. Растворимость твердых веществ, газов. Законы Рауля и Вант-Гоффа.

##### **Химический состав природных вод. Особенности химического состава подземных вод**

Природная вода как многокомпонентный раствор. Концентрация растворов и способы ее выражения. Главные ионы в водах и их происхождение. рН воды. Растворенные газы, биогенные вещества, органические вещества. Микрокомпоненты (микроэлементы) и их значение. Грунтовые воды. Артезианские (напорные) воды. Минеральные воды: классификация по минерализации, газовому и солевому составу, физическим параметрам, наличию специфических компонентов. Бальнеологические группы минеральных вод.

##### **Формирование химического состава природных вод**

Классификация по минерализации, химическому составу. Наименование вод. Представление результатов химического анализа вод. Формула Курлова. Графическое изображение химического состава вод.

##### **Общая и региональная гидрохимия**

Гидрохимия рек: формирование гидрохимического состава вод на водосборе, неоднородность химического состава воды в реках, сток растворенных веществ. Гидрохимия атмосферных осадков: происхождение и формирование химического состава. Гидрохимия озер: гидрохимические характеристики озер, основные особенности гидрохимических и гидробиологических условий озер, зональность озерных вод. Химический состав пресных озер. Химический состав солоноватых и соляных озер. Гидрохимические особенности водных объектов Байкальского региона. Гидрохимия озера Байкал. Солоноватые и соленые озера региона. Особенности распространения

и гидрохимия минеральных вод региона. Проведение гидрохимических исследований у водного объекта. Техника безопасности при выполнении гидрохимических работ. Обобщение материалов гидрохимических работ.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- современное состояние и задачи гидрохимических исследований;
- факторы, определяющие формирование химического состава природных вод;
- гидрохимические классификации;
- гидрохимические особенности водных объектов Байкальского региона;
- правила техники безопасности при выполнении гидрохимических работ;

##### **уметь:**

- правильно провести гидрохимический анализ пробы воды различных водных систем;
- определять гидрохимические и гидробиологические характеристики водных систем;
- анализировать полученные результаты и делать выводы;

##### **владеть:**

- теоретическими представлениями гидрохимии;
- знаниями о составе природных и подземных вод;
- основами современных методов гидрохимического анализа, навыками планирования и осуществления гидрохимического эксперимента.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (8 сем.).

### **Хроматографические методы анализа**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Хроматографические методы анализа» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.5.1.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

обучение студентов теоретическим и практическим основам хроматографических методов количественного анализа и идентификации веществ.

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

##### **Теоретические основы хроматографии**

Основные характеристики хроматографического процесса (коэффициент распределения, удерживаемый объем, время удерживания, коэффициент емкости, коэффициент удерживания, разрешение). Связь скорости перемещения вещества вдоль слоя неподвижной фазы с коэффициентом распределения и изотермой сорбции. Зависимость формы хроматографического пика от вида изотермы сорбции. Основные характеристики хроматографического пика: высота, ширина, полуширина, площадь. Подготовка пробы. Элюирующая сила подвижной фазы, элюотропные ряды.

##### **Классификация и применение хроматографических методов анализа**

##### **Классификация хроматографических методов анализа**

Термодинамические и кинетические аспекты равновесной хроматографии, основное уравнение. Основы концепции теоретических тарелок. Число теоретических тарелок и эффективность колонки. Понятие ВЭТТ. Уравнение Ван-Деемтера. Принципиальная схема хроматографа. Выбор параметров хроматографического определения. Способы

проведения хроматографического анализа. Классификация хроматографических методов: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз; по способу проведения анализа и т.п. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография. Адсорбционная хроматография. Ион-парная хроматография. Противоточная хроматография. Тонкослойная хроматография. Высокоэффективная тонкослойная хроматография. Области применения.

### ***Газовая хроматография***

Теоретические основы газовой хроматографии. Основные аналитические характеристики. Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография. Аппаратура для газовой хроматографии. Хроматографические колонки, термостаты, детекторы. Классификация детекторов и их важнейшие характеристики (линейность, чувствительность, отношение сигнал/шум, предел обнаружения). Реакционная газовая хроматография. Высокоэффективная капиллярная хроматография. Качественный газо-хроматографический анализ. Хромато-масс-спектрометрия. Области применения. Выбор оптимальных условий эксперимента в адсорбционной хроматографии, требования к адсорбентам, растворителю, газу-носителю.

### ***Жидкостная хроматография***

Теоретические основы метода жидкостной хроматографии. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Жидкостные хроматографы (колоночные, капиллярные). Подготовка пробы. Адсорбционная хроматография. Силикагель, его структура и химия поверхности. Модифицированные силикагели, принципы их получения и свойства. Ионообменная хроматография. Основные представления о механизме ионного обмена. Ряды селективности. Кинетика ионного обмена. Ионный обмен в неводных и смешанных средах. Ионная хроматография. Сорбенты, требования к ним, синтез и выбор сорбентов. Аппаратура для ионной хроматографии, способы детектирования. Ион-парная хроматография. Эксклюзионная хроматография. Особенности механизма удерживания молекул. Лигандобменная хроматография. Жидкость-жидкостная (распределительная) хроматография. Тонкослойная и бумажная хроматография. Растворители для бумажной и тонкослойной хроматографии.

### **Анализ реальных объектов**

#### ***Применение хроматографических методов анализа***

Методы качественного и количественного анализа. Определение веществ хроматографическими методами анализа. Аналитические характеристики современных методов. Области применения хроматографических методов в анализе реальных объектов. Техника получения и обработка хроматограмм.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### ***знать:***

- основы теории хроматографических процессов;
- существо химических реакций и физических процессов, используемых в хроматографии;
- особенности объектов хроматографического анализа;
- области использования хроматографии в химическом анализе;

##### ***уметь:***

- применять теоретические и практические основы хроматографических методов анализа;

- работать на современном хроматографическом оборудовании при проведении химических экспериментов;
- решать расчетные задачи;

**владеть:**

- методологическими основами хроматографического анализа;
- методологией выбора хроматографических методов анализа;
- навыками химического эксперимента;
- навыками применения хроматографических методов;
- методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (8 сем.).

### **Гетерогенные равновесия**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Гетерогенные равновесия» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.5.2.

**2. Цели освоения дисциплины:**

- овладение методами геометрической термодинамики для исследования фазовых равновесий;
- усвоение теории фазовых переходов, знакомство с классическими диаграммами состояния бинарных систем, а также с тройными диаграммами, необходимыми современному специалисту в области химии и химической технологии.

**3. Краткое содержание дисциплины**

***T–x–y диаграммы с невариантными равновесиями***

***Диаграммы состояния двойных систем: с неограниченной растворимостью компонентов и с трехфазным невариантным равновесием; с монотектическим равновесием и с полиморфными компонентами; с промежуточными фазами. Диаграммы состояния тройных систем с четырехфазным невариантным превращением.***

Общие представления о диаграммах состояния. Термодинамический потенциал. Зависимость термодинамического потенциала от температуры и давления. Анализ диаграммы состояния двухкомпонентных систем с использованием метода геометрической термодинамики. Закономерности изображения фазовых равновесий в сложных диаграммах состояния. Геометрические основы построения сложных диаграмм состояния фазовых равновесий. Значение гетерогенных равновесий для понимания проблем синтеза и разработки технологии получения веществ. Гетерогенные равновесия как раздел химической термодинамики. Важнейшие понятия и определения. Правило фаз. Понятие химического потенциала. Диаграмма состояния системы с непрерывным рядом жидких и твердых растворов. Диаграмма состояния системы с точкой минимума на линиях ликвидуса и солидуса. Диаграмма состояния системы с расслоением раствора в твердом состоянии. Диаграмма состояния системы с упорядоченными твердыми растворами. Диаграмма состояния системы с эвтектическим равновесием. Диаграмма состояния системы эвтектического типа с ретроградным солидусом. Диаграмма состояния системы с перитектическим равновесием. Ограниченная растворимость компонентов в жидком состоянии. Диаграмма состояния системы с ограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии. Системы с моновариантным равновесием твердых растворов на основе полиморфных модификаций компонентов. Системы с монотектоидным равновесием. Системы с эвтектоидным равновесием. Системы с метатектическим равновесием. Диаграммы состояния систем с конгруэнтно плавящейся промежуточной фазой. Диаграммы состояния систем с инконгруэнтно плавящейся

промежуточной фазой. Диаграммы состояния систем с промежуточной фазой, образующейся по синтетической реакции. Диаграммы состояния систем с промежуточными фазами, образующимися по реакциям в твердом состоянии. Диаграммы состояния систем с полиморфными промежуточными фазами. Диаграммы состояния систем с упорядоченными промежуточными фазами.

#### ***T-x-y диаграммы с промежуточными фазами***

#### ***Метод геометрической термодинамики. Основы изображения диаграмм состояния тройных систем***

Диаграмма состояния системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях. Диаграмма состояния системы с трехфазным эвтектическим взаимодействием. Диаграмма состояния системы с трехфазным перитектическим взаимодействием. Исследование условий смены типа трехфазного превращения. Диаграмма состояния системы с четырехфазным эвтектическим равновесием и переменной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Диаграмма состояния системы с четырехфазным эвтектическим равновесием, в которой один из компонентов не образует твердых растворов. Диаграмма состояния системы с четырехфазным эвтектическим равновесием, в которой два компонента не образуют твердых растворов. Диаграмма состояния системы с четырехфазным эвтектическим равновесием, в которой компоненты не образуют твердых растворов. Диаграмма состояния систем с четырехфазным эвтектическим равновесием и ограниченной растворимостью в жидком состоянии. Диаграмма состояния систем с четырехфазным перитектическим равновесием и переменной растворимостью компонентов в твердом состоянии.

#### ***T-x-y диаграммы с полиморфизмом***

#### ***Компьютерные модели диаграмм состояния тройных систем. Программа «Редактор фазовых диаграмм»***

Триангуляция тройных систем с промежуточными конгруэнтно плавящимися фазами. Диаграмма состояния системы с двойной инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой и метатектическим четырехфазным невариантным равновесием. Диаграмма состояния системы с двойными и тройными конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами. Анализ изотермических и политермических разрезов. Методы расчёта координат невариантных точек и линий совместной кристаллизации. Программы Bar, Vozdv, SuMar, Optimiz, QuatSyst. Концентрационные симплексы и комплексы. Свойства центра масс. Решение геометрических задач барицентрическим методом. Триангуляция полиэдров. Расчёт составов многокомпонентных систем.

#### ***T-x-y диаграммы с расслаиванием***

#### ***Компьютерные модели T-x-y диаграмм состояния Программа «Конструктор фазовых диаграмм»***

Методика конструирования и исследования  $T-x-y$  диаграмм монотектического и синтетического типов с моновариантными и невариантными равновесиями. Тройные системы с седловыми поверхностями и экстремумами на поверхностях, с вертикальными и горизонтальными складками на поверхностях. Визуализация физико-химических систем. Характеристика и возможности программного пакета «Конструктор фазовых диаграмм». Алгоритмы преобразования координат многокомпонентных систем. Значение исследований многокомпонентных систем для решения проблем химической технологии, материаловедения, геологии, физики конденсированного состояния и химии твердого тела. Программы FD, РФД, ДМБ.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способен к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5);
- владеть системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- владеть навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6).

## 5. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**В результате освоения дисциплины студент должен:**

**знать:**

- методы визуализации тройных и более сложных систем;
- строение  $T$ - $x$ - $y$  диаграмм основных топологических типов;
- особенности многокомпонентных систем как объектов материаловедения, химической технологии, химии твердого тела, физики конденсированного состояния и геологии;
- алгоритмы расчета фазовых равновесий в современных электронных базах термодинамических данных;
- методы преобразования барицентрических и декартовых координат;
- кинематический способ образования границ фазовых областей;
- требования геометрической термодинамики к строению фазовых диаграмм (принципы соответствия, непрерывности, трансляции, правило соприкасающихся областей, кривизна границы фазовой области и расположение ее метастабильного продолжения);
- характеристики и возможности программных пакетов для расчета диаграмм состояния;

**уметь:**

- преобразовывать координаты при переходах «система-подсистема» и «подсистема 1 – подсистема 2» в различных сочетаниях их размерностей;
- распознавать трехфазные области со сменой типа реакции;
- выполнять подразделения полиэдров;
- применять понятие центра масс к решению геометрических задач;
- структурировать информацию о геометрическом строении фазовых диаграмм и содержательно кодировать ее элементы;
- решать задачи интерполяции поверхностей;

**владеть:**

- матричными алгоритмами триангуляции многомерных полиэдров;
- методикой создания компьютерных моделей изобарных диаграмм тройных систем;
- навыками взаимодействия специалистов различного профиля при выполнении междисциплинарных проектов (совместное выполнение учебно-исследовательских заданий по моделированию фазовых диаграмм со студентами ИМИ и ФТФ БГУ);
- компьютерными программами «Редактор фазовых диаграмм», «Конструктор фазовых диаграмм» и методикой моделирования изобарных диаграмм тройных систем;
- термодинамическими методами анализа фазовых переходов в гипотетических и реальных физико-химических системах;
- методикой разработки электронных версий традиционных учебных пособий по физико-химическому анализу, гетерогенным равновесиям, конденсированному состоянию и материаловедению.

## 6. Общая трудоемкость дисциплины:

2 зачетные единицы (72 часа).

## 7. Форма контроля:

Промежуточная аттестация – зачет (8 сем.).

## Методы получения монокристаллов

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы получения монокристаллов» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.6.1.

## **2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование базовых представлений о научных принципах и основных методах получения монокристаллов.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

### **Физико-химические основы выращивания монокристаллов**

#### ***Плавление и кристаллизация. Основные стадии кристаллизации, гомогенное и гетерогенное образование зародышей***

Определение температуры плавления, удельной теплоты плавления, кристаллизации. Равновесная температура кристаллизации, переохлаждение и метастабильное состояние. Пересыщенная фаза, переохлажденная жидкость, термодинамический потенциал Гиббса. Основные стадии кристаллизации, гомогенное и гетерогенное образование зародышей. Процессы, сопровождающие рост кристаллов. Химические взаимодействия в растворах-расплавах. Кислотно-основная характеристика расплавов оксидов и солей.

#### ***Механизмы роста граней кристаллов***

Зависимость скорости процесса кристаллизации и микроструктуры слитка от числа зародышей и их скорости роста. Гидродинамические режимы при кристаллизации. Кинетика, морфология и механизм роста кристаллов. Кинетические особенности. Массовая кристаллизация. Локализация центров кристаллизации. Схема растущей поверхности кристалла по молекулярно-кинетической теории Косселя-Странского.

#### ***Построение диаграмм плавкости оксидных и солевых систем как основа подбора растворителя***

Диаграммы плавкости оксидных и солевых систем. Типы взаимодействия и типы диаграмм. Построение диаграмм плавкости.

#### **Основные методы выращивания кристаллов**

Классификация методов. Рост кристаллов при фазовом переходе жидкость-твердое тело в однокомпонентной системе. Специфика роста кристаллов при фазовом переходе в многокомпонентных системах. Способы направленной кристаллизации.

#### ***Методы выращивания из собственных расплавов***

Основные методы выращивания кристаллов из расплавов: Киропулоса, Чохральского, Стокбаргера, Бриджмена, Вернейля, зонной плавки. Основные особенности зонной плавки. Метод Пфанна для очистки кристаллов германия. Горизонтальная и вертикальная зонная перекристаллизация. Коэффициент распределения и примеси. Перераспределение примеси в процессе роста кристалла. Профиль распределения примеси в кристалле. Эффективность очистки.

#### ***Методы выращивания из растворов***

Выращивание из низкотемпературных растворов. Гидродинамические факторы, влияющие на кинетику кристаллизации. Два этапа кристаллизации. Основные типы кривых растворимости в зависимости от температуры. Схема гидротермального автоклава с внутренним распределением температуры.

Кристаллизация из растворов в расплаве. Научные основы раствор-расплавного метода. Общие сведения о растворах. Растворы как фазы переменного состава. Теоретические представления о растворах и их развитие. Критерии раствор-расплавной кристаллизации. Критерии выбора растворителя. Недостатки раствор-расплавного метода.

Гидротермальный синтез и рост кристаллов. Общая характеристика, преимущества и недостатки.

#### ***Методы выращивания из газовой фазы***

Химические реакции в газовой фазе при транспорте вещества к зоне роста, его разложению или синтезе на затравке.

#### **Заключение**

Работы сотрудников БГУ и БИП СО РАН по выращиванию монокристаллов.



#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- сущность и применение методов получения монокристаллов;

##### **уметь:**

- использовать знания, накопленные при изучении курса «Методы получения монокристаллов», для выбора метода и условий выращивания кристаллов конкретного неорганического соединения;

##### **владеть:**

- методологией выбора метода кристаллизации конкретного вещества.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

### **Механизмы органических реакций**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Механизмы органических реакций» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.6.2.

#### **2. Цели освоения дисциплины:**

- систематизация знаний студентов о механизмах важнейших органических реакций;
- подготовка студентов к использованию полученных знаний о механизмах реакций и методах их установления для решения конкретных профессиональных задач.

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

##### **Введение**

Понятие механизма реакции. Типы механизмов: гетеролитические, гомолитические и перициклические реакции. Типы химических реакций: замещение, присоединение, элиминирование (экструзия, фрагментация), окисление, восстановление, перегруппировка. Методы установления механизмов: определение скорости реакции и её термодинамических параметров, обнаружение кинетического изотопного эффекта, изотопная метка, выделение или обнаружение интермедиата, появление (исчезновение) или изменение оптической активности субстрата, установление стереоспецифичности, стереоселективности, региоселективности реакции. Определение эффектов заместителей и эффектов растворителей.

##### **Кинетические и термодинамические условия реакции**

##### **Кинетический и термодинамические условия реакции**

Принцип микроскопической обратимости реакции, принцип квазистационарных состояний и их роль в установлении механизмов реакции. Моно- и бимолекулярные реакции, порядок реакции, псевдопорядковые реакции. Кинетическая стадия реакции. Практический ход кинетических исследований. Теория переходного состояния. Понятие переходного состояния, активированного комплекса и интермедиата. Диаграмма потенциальной энергии моно- и бимолекулярных реакций. Постулат Хэммонда и геометрия активированного комплекса. Методы определения термодинамических величин, их физический смысл и информативность. Величины энтропии активации и сольватационные эффекты. Кинетический и термодинамический контроль реакции.

### ***Кинетический изотопный эффект***

Первичный кинетический изотопный эффект дейтерия, причины его возникновения. Изотопная метка и применение её для установления механизма реакции. Изотопные эффекты других элементов ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}$ ). Величина первичного кинетического эффекта и геометрия переходного состояния. Прочность связи С–Н в активированном комплексе. Понятие вторичных изотопных эффектов; нормального и обращенного.

### ***Эффекты растворителей***

Классификация растворителей: на основе диэлектрической проницаемости (полярные и неполярные растворители), на основе нуклеофильных (основных) и электрофильных (кислотных) свойств растворителей: протонные, апротонные и биполярные апротонные растворители. Соотношение SN1 и SN2 реакций в различных растворителях. Внутренний возврат и его обнаружение. Жесткость и мягкость растворителей. Сольватация в протонных и апротонных биполярных растворителях и её влияние на механизм нуклеофильного замещения (SN1, SN2). Энергия сольватации и относительные скорости реакции. Эмпирическая мера способности растворителя содействовать образованию биполярного переходного состояния.

### ***Общая характеристика промежуточных частиц***

#### ***Карбениевые ионы (карбокатионы), свободные радикалы, карбанионы, карбены, нитрены***

Механизмы, протекающие через промежуточное образование карбокатионов. Номенклатура карбокатионов. Двухэлектронная трехцентровая связь. Строение и устойчивость. Механизм нуклеофильного замещения у аллильного атома углерода, аллильная перегруппировка. SN1 и SN2-механизмы. Полярность растворителя и селективность перегруппировки. Механизм аллильной перегруппировки второго порядка. Методы получения и обнаружения карбокатионов. Неклассические карбокатионы, строение, стабильность. Механизмы, включающие образование карбокатионов: нуклеофильное замещение у насыщенного углеродного атома. Концепция ионных пар, доказательство их образования. Солевой эффект, специальный солевой эффект. SN-механизмы и ионные пары. Растворители в качестве временных нуклеофилов, пушпульный механизм. Механизм нуклеофильного замещения с участием соседней группы, доказательство участия. Стереохимия нуклеофильного замещения, роль растворителя и соседней группы. Механизмы перегруппировок карбокатионов. Перегруппировки Вагнера-Меервейна, Демьянова, Фаворского, механизмы расширения, сужения циклов

### ***Механизмы реакций***

#### ***Механизмы реакций элиминирования***

Общие представления о реакциях элиминирования, фрагментации, экструзии. Типы элиминирования:  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ - элиминирование. Механизмы E1cB, (E1cB)R, (E1cB)I, E1 анион и условия их реализации. Кинетический и термодинамический контроль реакции. E<sub>i</sub>- механизм: доказательство циклического переходного состояния, син-элиминирование. Пиролитическое элиминирование. Механизмы E1 и E2, доказательство механизмов, лимитирующая стадия и геометрия переходного состояния. Факторы, влияющие на скорость реакции. Соотношение продуктов элиминирования и нуклеофильного замещения. Правило Гофмана. Правило Зайцева. Концепция переменного переходного состояния реакций элиминирования.

#### ***Механизмы электрофильного присоединения к кратным связям***

Общие сведения о реакциях присоединения к кратным связям: электрофильные, нуклеофильные, радикальные реакции. Ступенчатые и согласованные (синхронные) реакции. Кинетический и термодинамический контроль реакций присоединения. Механизм гидроборирования олефинов в неполярной среде при низких температурах. Механизм ADE2, стереохимия присоединения галогенов, галогенводородов, воды, карбоновых кислот. Ориентация присоединения, реакционная способность.

Нуклеофильное присоединение, радикальное присоединение. Присоединение к сопряженным системам. Ориентация и реакционная способность. Механизм присоединения к циклопропановым кольцам. Механизм ADE3.

#### ***Механизмы электрофильного ароматического замещения***

Характеристика реакционной способности электрофильных частиц и методы их генерирования, доказательство их существования. Арениевый механизм электрофильного замещения. Доказательство реализации механизма с участием арениевых ионов: изотопные эффекты, выделение промежуточно образующихся арениевых ионов. Фактор распределения, фактор селективности. Ипсо-замещение. Ориентация в бензольном кольце. Влияние уходящей группы.

#### ***Механизмы, протекающие с промежуточным образованием карбанионов***

Механизм ароматического нуклеофильного замещения. Доказательство промежуточного образования карбаниона, его строение. Стадия, определяющая скорость реакции. Основной катализ при замещении плохой уходящей группы (OR) на объемную аминогруппу, лимитирующая стадия. Порядок реакционной способности галогенов в реакциях нуклеофильного замещения. Кине-замещение. Ариновый механизм: влияние строения субстрата, эффекты уходящей группы и атакующего нуклеофила. Перегруппировки.

#### ***Свободнорадикальные механизмы***

Свободные радикалы. Строение, стабильность. Зависимость строения и стабильности от природы заместителей. Методы доказательства геометрии радикала. Источники свободных радикалов и методы генерирования радикалов: термолиз, фотолиз соединений с перекисной цепочкой, азосоединений, синтез из других радикалов. Механизмы реакций присоединения к кратным связям: замещение, рекомбинация, перегруппировки радикалов. Методы улавливания (радикальные ловушки) и фиксирования радикалов. Геометрия активированного комплекса,  $\sigma$ -переходное состояние. Механизмы реакций замещения в аренах: алкилирование, арилирование, гидроксילирование. Одноэлектронные окислители, окисление фенолов. Радикалы как окислители и восстановители. Окислительно-восстановительный потенциал.

#### ***Механизмы с участием карбенов, нитренов***

Номенклатура карбенов. Строение карбенов с позиций заселенности орбиталей, синглетное и триплетное состояния, стабильность. Физические и химические методы обнаружения карбенов (нитренов), постулат Скелла, тест Эндо, Шемизо и Нишиды для установления мультиплетности карбенов. Реакции карбенов (нитренов) с алкенами, алкинами и др. соединениями, содержащими краткие связи (углерод-углерод, углерод-гетероатом). Внедрение карбенов в C–N связь, димеризация, комплексообразование, пререгруппировки. Методы генерирования карбенов, нитренов:  $\alpha$ -элиминирование галогенидов,  $\alpha$ -дегидрогалогенирование,  $\alpha$ -элиминирование трехчленных циклов, разложение диазоалканов,  $\alpha$ -элиминирование O-замещенных гидроксиламинов, термическое, фотохимическое разложение азидов.

#### ***Перегруппировки (механизмы)***

Понятие перегруппировки. Механизмы перегруппировок: гетеролитические, гомолитические, сигматропные, перициклические. Классификация перегруппировок: 1,2-, 1,3- и 1,n-перегруппировки. Геометрия активированных комплексов указанных перегруппировок. Свободнорадикальные перегруппировки. Электрофильные перегруппировки. Механизмы электроциклических перегруппировок. Нециклические перегруппировки. Нуклеофильные перегруппировки. Природа миграции, способность групп к миграции. Дальние нуклеофильные перегруппировки.

#### ***Механизмы реакций окисления и восстановления***

Понятие реакций окисления и восстановления в органической химии, степень окисления. Классификация реакций окисления и восстановления по Вебергу: прямой перенос электрона, гидридный перенос, перенос атома водорода. Образование сложноэфирных

интермедиатов. Механизм замещения. Механизм присоединения-отщепления. Группы реакций окисления (классификация по типу изменения связей). Классификация по принципу осуществляемых в реакции превращений функциональной группы. Классы окислителей: производные переходных металлов, пероксидные окислители, озон, кислород, другие окисляющие агенты. Механизмы окисления спиртов, альдегидов, непредельных соединений производными переходных металлов, пероксидными соединениями, озоном и кислородом. Окисление по аллильному положению. Окисление фенолов и ароматических аминов до хинонов. Механизмы окисления азотистых соединений (гидразинов, гидразонов и гидроксиламинов). Механизмы окисления гликолей. Окислительное расщепление кетонов, альдегидов и спиртов. Механизмы окисления боковых цепей ароматических соединений. Механизм восстановления С=О группы до метиленовой по Клеменсену и Кижнеру-Вольфу. Восстановление различных функциональных групп гидридами металлов и их комплексами. Восстановление металлами в кислой среде, в щелочной среде (жидкий аммиак). Механизм восстановительного сочетания альдегидов и кетонов.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- владеть системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- химические свойства основных классов органических соединений;
- основные типы механизмов органических реакций, в том числе, протекающих с участием катализаторов, методы их исследования;
- фундаментальные разделы органической химии, касающиеся строения, физико-химических и химических свойств органических соединений;

**уметь:**

- прогнозировать реакционную способность органических соединений, исходя из их строения;

**владеть:**

- терминологией, научной, учебной и справочной литературой по органической химии и органическому катализу;
- методами физико-химического и спектрального анализа при выборе алгоритма изучения механизма органических реакций.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

### **Теоретические основы неорганической химии**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теоретические основы неорганической химии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.7.1.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- углубление знаний студентов по основным разделам неорганической химии.

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

Принципы электронного строения молекулярных систем. Строение атомов. Периодическая система элементов.

Химическая связь. Ковалентные и гипервалентные связи. Природа водородной связи. Молекулярные орбитали, изоэлектронные молекулы. Валентное приближение в теории МО.

Орбитальные взаимодействия. Валентность атома в молекуле. Анизотропия распределения валентной электронной плотности. Валентность радикала. Принцип сохранения орбитальной симметрии.

Комплексные многоядерные соединения. Принципы электронного строения кластеров. Электронно-возбужденные состояния кластеров. Реакционная способность кластеров. Кластерный катализ.

Учение о взаимосвязи строения и свойств молекулярных систем (состав – строение – свойства – функции).

Химическая кинетика газофазных реакций. Кинетическое уравнение Больцмана. Распределение Максвелла. Первое начало термодинамики. Приближенные решения.

Химическая термодинамика (равновесная и неравновесная). Физико-химические системы. Термодинамика. Фотохимия. Равновесное состояние (газовая фаза). Статистическая термодинамика идеального газа. Равновесное состояние (жидкая фаза). Статистическая термодинамика реального газа. Структурная модель жидкости.

Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительные потенциалы. Окислительно-восстановительные полуреакции. Диаграммы Латимера, Фроста.

Методы исследования неорганических соединений. Дифракционные, спектроскопические, ЯМР, ЯКР. Магнитные свойства веществ. Физико-химический анализ.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- фундаментальные основы взаимосвязи строения, состава, реакционной способности и свойств неорганических соединений, четко прослеживать основные закономерности изменений свойств элементов и соединений;

**уметь:**

- прогнозировать свойства элемента и его важнейших соединений по положению элемента в периодической системе Д.И. Менделеева;
- определять возможность и путь самопроизвольного протекания химических процессов, в основе которых лежат различные химические реакции;
- подбирать оптимальные условия проведения химических реакций;

**владеть:**

- основными методами исследования неорганических;
- профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области неорганической химии.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

### **Теоретические основы органической химии**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теоретические основы неорганической химии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.7.2.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- знакомство студентов с теоретическими разделами органической химии, основными проблемами практической органической химии, современными представлениями о

строении органических соединений, о связи строения с их реакционной способностью.

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

#### **Общие представления и классификация органических соединений**

Основные понятия. Электроотрицательность. Типы связей. Кислотность-основность. Окислители и восстановители. Классификация органических реакций. Основные физические свойства органических соединений. Резонанс и мезомерия. Предельные структуры. Условия резонанса. Химические и физические следствия резонанса. Сопряжение. Сверхсопряжение (гиперконъюгация). Ароматичность. Условия делокализации электронов. Факторы, влияющие на доступность электронов. Стерические эффекты.

#### **Электронные эффекты. Индуктивные и мезомерные эффекты. Передача электронных влияний. Сила кислот и оснований**

Пространственное расположение атомов и геометрия молекул. Конфигурация органических молекул. Электронные эффекты. Индуктивные и мезомерные эффекты. Передача электронных влияний. Сила кислот и оснований. Жесткие и мягкие кислоты (основания). Определение  $pK$ . Элементарные стадии ионных реакций. Переходное состояние. Реакции замещения, присоединения, элиминирования, сложные реакции. Определение электрофильного и нуклеофильного характера реакции. Кинетика реакций. Кинетический и термодинамический контроль органических реакций. Исследование механизмов реакций. Кинетические доказательства. Изотопные эффекты. Идентификация промежуточных соединений и продуктов реакции. Реагирующие органические частицы. Карбокатионы и карбоанионы (образование, структура, стабильность). Реакции с участием карбокатионов и карбоанионов. Нейтральные активные частицы.

#### **Механизм и кинетика нуклеофильного замещения $SN1$ и $SN2$**

Влияние растворителя. Влияние структуры реагирующих соединений. Влияние вступающей и уходящей группы. Выбор экспериментальных условий.

#### **Электрофильное и нуклеофильное замещение в ароматических системах**

Электрофильная атака бензола. Нитрование. Галогенирование. Сульфирование. Механизм реакций Фриделя-Крафтса (алкилирование, ацилирование). Электрофильное атака монозамещенных бензолов. Электронные эффекты заместителей. Соотношение орто и пара-изомеров. Ариновый механизм. ipso-замещение.

#### **Механизм присоединения по двойным связям**

Влияние заместителей на скорость присоединения. Ориентация присоединения. Правило Марковникова. Присоединение к сопряженным системам. Реакция Дильса-Альдера. Нуклеофильное присоединение. Реакция Михаэля. Нуклеофильное присоединение по связи  $C=O$ . Гидратация. Присоединение спиртов. Реакции с участием гидрид-ионов. Реакция Меервейна-Понндорфа. Реакция Канниццаро. Присоединение нуклеофилов с углеродным центром. Реакция Перкина. Сложноэфирная конденсация Кляйзена. Бензоиновая конденсация. Бензиловая перегруппировка. Реакция Виттига. Реакции, катализируемые кислотами.

#### **Реакции элиминирования. Перегруппировки**

Реакции элиминирования. Механизм  $E1$ . Механизм  $E1cB$ . Механизм  $E2$ . Конкуренция реакций элиминирования и замещения. Перегруппировки (Стивенса, Фаворского, Бекмана, аллильные, Вагнера-Меервейна, пинаколиновая).

### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- строение органических соединений;
- номенклатуру, классы и свойства органических соединений;
- синтез и способы получения органических соединений различных классов, физико-химические методы исследования.

**уметь:**

- прогнозировать реакционную способность органических соединений в взаимосвязи со строением, наличием функциональных групп;
- определять типы связей в органической молекуле;
- классифицировать органические реакции;
- различать пространственные и электронные эффекты, реагирующие органические частицы;

**владеть:**

- знаниями основ теории органической химии, необходимыми для профессиональной деятельности.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (7 сем.).

### Методы неорганического синтеза

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Методы неорганического синтеза» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.8.1.

**2. Цели освоения дисциплины:**

- овладение основами получения неорганических веществ и материалов, знаниями о способах синтеза неорганических соединений;
- формирование навыков исследователя, способного осуществить выбор метода синтеза, грамотно провести эксперимент и идентифицировать полученные вещества.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Неорганический синтез и его возможности**

Основные этапы развития и роль неорганического синтеза в науке и технике; взаимосвязь с производством.

**Химические реакции с участием газообразных, жидких и твердых фаз. Кристаллы и растворы**

Варианты систематизации методов неорганического синтеза (по классам синтезируемых соединений; по типам химических реакций, используемых в синтезе, по агрегатному состоянию компонентов). Принципы выбора методов получения неорганических веществ.

**Универсальный растворитель – вода. Методы осаждения из водных растворов.**

**Синтез из неводных растворов**

Модели структуры воды. Теории гидратации. Зависимость состава соединения от состояния ионов в растворе. Особенности синтеза из водных растворов. Выбор оптимальных условий осаждения и методики эксперимента. Методы исследования маточных растворов: рН-потенциометрия, кондуктометрия, нифелометрия и др.

**Твердофазный синтез неорганических соединений**

**Общие представления о термодинамике, механизме и кинетике твердофазных реакций**

Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия. Явления разупорядочения в кристаллах. Типы дефектов в твердых телах. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций. Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций. Влияние основных условий протекания процесса на его скорость.

### ***Активное состояние твердофазных реагентов и продуктов***

Природа активного состояния твердых тел. Активирование твердофазных реагентов изменением их химической и термической предистории. Активирование твердых фаз введением микродобавок. Механическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей. Активирование реакционных смесей в процессе твердофазного взаимодействия.

### ***Методы синтеза твердофазных материалов***

Способы классификации методов синтеза твердофазных материалов. Синтезы с использованием физических методов гомогенизации исходной смеси. Керамический синтез. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Методы «мягкой химии». Выбор метода твердофазного синтеза. Методические особенности проведения твердофазного синтеза. Типичные ошибки. Твердофазный синтез молибдатов и вольфраматов. Стратегия поиска новых сложнооксидных соединений.

### ***Методы идентификации продуктов твердофазного синтеза***

Рентгеновские методы. Возможности и ограничения. Использование базы данных ICDD для проведения рентгенофазового анализа. Термоаналитические методы. Методы колебательной спектроскопии.

### **Нетрадиционные методы синтеза**

Криохимические технологии. Синтез с использованием микроволнового нагрева и ударного сжатия при взрыве. Плазменный синтез.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент должен:

##### ***знать:***

- сущность реакций и процессов, лежащих в основе различных методов неорганического синтеза;
- основные методы идентификации продуктов неорганического синтеза;

##### ***уметь:***

- самостоятельно выбирать и обосновывать метод синтеза конкретного соединения;
- ориентироваться в современной литературе по неорганическому синтезу, пользоваться справочными материалами при выборе условий осуществления синтеза конкретного соединения;

##### ***владеть:***

- методами синтеза и идентификации неорганических соединений.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (7 сем.).

## **Методы органического синтеза**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Методы неорганического синтеза» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.8.2.



## 2. Цель освоения дисциплины:

- углубление знаний студентов в области методов органического синтеза, развитие у них химического мышления.

## 3. Краткое содержание дисциплины

### Введение

Краткая история развития органического синтеза. Общие методы получения промежуточных продуктов. Основные виды сырья. Количество стадий, доступность реагентов, однозначность протекания реакций и другие факторы, влияющие на этот выбор. Селективность: субстратоселективность, продуктоселективность. Хемоселективность реагента. Региоселективность реакций. Стереоселективность реакций в органической химии. Понятие о скрытой функциональной группе и синтетическом эквиваленте реагента.

### Практическое осуществление органического синтеза

Требования к реагентам и аппаратуре. Синтезы «in one pot», матричный метод Меррифилда. Понятие о темплатном синтезе, тандемных и домино-реакциях. Методы выделения продукта: осаждение, высаливание, экстракция, кристаллизация, перегонка. Простая перегонка и ректификация. Особенности перегонки в вакууме. Характеристика продукта реакции. Макроскопические характеристики: температура плавления и кипения, показатель преломления, данные хроматографии и элементного анализа. Молекулярные характеристики: спектроскопия ЯМР и ИК. Единичная стадия синтеза. Субстрат, реагент, растворитель, катализатор. Межфазный катализ и межфазные переносчики.

### Растворители, их типы

Кислотно-основные свойства растворителей, автопротолиз. Понятие о суперкислотах, примеры реакций в суперкислых средах. Основания, используемые в органическом синтезе: щелочи, гидриды, амиды, замещенные амиды щелочных металлов, третичные амины. Понятие о супероснованиях: растворы гидроксида калия и трет-бутилата калия в ДМСО. Суперкритические жидкости (флюиды) как растворители. Растворители, используемые в органическом синтезе: диэтиловый эфир (эфир), тетрагидрофуран (ТГФ), этиловый спирт (спирт), метиловый спирт (метанол), ацетон, бензол, толуол, хлороформ, гексан, петролейный эфир, диметилсульфоксид (ДМСО), диметилформамид (ДМФА). Примеси, содержащиеся в растворителях, токсикологические сведения. Методы приготовления «абсолютных» растворителей: эфир, ТГФ, гексан, этанол, хлороформ.

### Окисление

Реакции окисления. Окислители и катализаторы процессов окисления. Окисление бензола, нафталина и антрацена по ароматическому кольцу. Окисление боковых цепей алкиларенов и гетероциклических соединений до альдегидов и карбоновых кислот. Получение никотиновой кислоты. Автоокисление. Механизм реакции окисления кумола. Окисление серусодержащих соединений.

### Восстановление

Реакции восстановления. Классификация методов восстановления. Восстановление металлами и их солями. Восстановление карбонильных соединений, сложных эфиров, нитросоединений, органических галогенидов, азо- и диазосоединений. Механизмы реакций восстановления металлами и гидридами металлов. Каталитическое восстановление молекулярным водородом. Достоинства и недостатки этого метода. Характеристика катализаторов. Никель Ренея, катализатор Линдлара. Механизм реакции. Восстановительное аминирование карбонильных соединений. Техника безопасности при проведении процессов восстановления на производстве.

### Нитрование и нитрозирование

Общие сведения и схема процесса нитрования. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Влияние различных факторов на процесс нитрования (температура, время реакции, характер субстрата, характер нитрующего агента, катализаторы). Соотношение реагентов в реакции нитрования. Побочные процессы при нитровании. Нитрование

углеводородов. Способы разделения изомерных нитросоединений и их очистка. Нитрование хлорпроизводных и разделение продуктов реакции. Нитрование аминов. Нитрование сульфокислот и выделение нитросульфокислот. Технология кристаллизации, разгонки и очистки нитросоединений. Основные способы нитрования. Получение динитробензола, нитротолуолов, динитрохлорбензола, нитросульфокислот нафталина. Нитрование водной азотной кислотой пирена, эфиров гидрохинона. Схема реакции нитрозирования. Нитрозирование фенолов и аминов. Механизм нитрозирования вторичных и третичных жирно-ароматических аминов. Характерные свойства нитрозосоединений и их применение.

### **Сульфирование и сульфохлорирование**

Цели введения сульфогруппы в органические соединения. Общая схема процесса сульфирования. Сульфирующие агенты. Механизм реакции сульфирования. Влияние различных факторов на процесс сульфирования (концентрация кислоты, температура, время реакции). Значение концентрации отработанной кислоты («-сульфирования»). Правила размещения сульфогрупп в нафталиновом ядре (правило Армстронга – Винна). Сульфирование в присутствии катализаторов. Основные способы сульфирования. Сульфирование в жидкой фазе серной кислотой или олеумом. Сульфирование газообразным серным ангидридом. Сульфирование в парах, технологические и экономические преимущества этого метода. Сульфирование аминов методом «запекания». Методы выделения сульфокислот: высаливание, известкование. Разделение изомерных сульфокислот. Сульфирование важнейших ароматических соединений: бензола, толуола, нитробензола, анилина, нафталина и его производных, антрахинона. Сульфохлорирование. Механизм реакции. Условия и способы проведения сульфохлорирования. Техника безопасности при проведении процессов сульфирования и сульфохлорирования. Применение сульфокислот и их производных

### **Галогенирование**

Галогенирующие агенты. Галогенирование в ядро и в боковую цепь. Механизмы реакций галогенирования в ядро и боковую цепь. Влияние различных факторов на процесс галогенирования (температура, катализаторы, облучение). Хлорирование ароматических углеводородов и их производных. Хлорирование фенолов и аминов. Получение галогенпроизводных антрахинонового ряда. Основные стадии промышленного хлорирования аренов. Технологические схемы хлорирования бензола и толуола (по кольцу и в боковую цепь). Требования, предъявляемые к аппаратуре. Бромирование и иодирование. Получение фторпроизводных ароматических соединений.

### **Диазотирование и превращение диазосоединений**

Механизм реакции диазотирования. Условия проведения реакции. Влияние температуры и кислотности среды. Свойства солей диазония. Превращение диазосоединений. Реакция азосочетания, её механизм. Азо- и диазосоставляющие. Замена диазогруппы на водород, гидроксил, галогены, цианогруппу. Восстановление солей диазония. Получение фенилгидразина.

### **Алкилирование и ацилирование**

Общие представления о реакциях алкилирования и ацилирования. Алкилирование и ацилирование углеводородов. Алкилирование ароматических соединений. Реагенты и катализаторы, условия и механизмы реакций алкилирования аренов. Алкилирование по Фриделю-Крафтсу. Алкилирование спиртами и алкенами. Алкилирование формалином, механизм реакции. Реакция хлорметиления. Алкилирование парафиновых углеводородов. Механизмы алкилирования алифатических соединений. Ацилирование ароматических углеводородов. Катализаторы и реагенты реакций ацилирования. Механизм реакции ацилирования по Фриделю-Крафтсу. Использование реакций ацилирования для получения кетонов, карбоновых кислот, сложных эфиров, оксокислот, гетероциклических соединений. Формилирование. Реакции Гаттермана-Коха, Раймера-Тимана, Вильсмайера. Карбоксилирование фенолов по кольцу, реакция Кольбе-

Шмидта. Примеры промышленных синтезов. Их значение. Алкилирование фенолов и ароматических аминов по кольцу. Алкилирующие агенты. N-алкилирование аминов. Зависимость реакционной способности аминов и от их строения в реакциях алкилирования. O-алкилирование гидроксигруппы. Сравнение реакционной способности ариламинов и фенолов в реакциях алкилирования. Механизмы реакций алкилирования. Критерии выбора алкилирующих агентов. Ацилирование аминов и оксисоединений. Катализаторы и реагенты реакций ацилирования. Механизмы реакций. Сравнение реакционной способности ароматических аминов и фенолов, спиртов и фенолов в реакциях ацилирования.

#### **Гидроксилирование и аминирование**

Общие представления о реакциях гидроксилирования и аминирования. Механизм реакции. Нуклеофильное замещение сульфогруппы. Реакция щелочного плавления сульфокислот. Выделение гидроксисоединений. Замещение сульфогруппы на аминогруппу сплавлением сульфокислот с амидом натрия и при действии аммиака. Замещение галогенов на гидрокси-, алкокси- и аминогруппу в ароматических и алифатических соединениях. Влияние природы субстрата и галогена на скорость реакции замещения. Катализаторы в реакциях замещения хлора гидроксигруппой. Примеры промышленных синтезов. Замещение галогенов в активированных арилгалогенидах и гетероциклических соединениях. Механизм реакции. Взаимные превращения amino- и гидроксисоединений. Кислотный гидролиз аминогруппы. Аминирование оксисоединений аммиаком или солями аммония. Реакция Бухерера. Замещение нитрогруппы в ароматических соединениях. Замещение amino- и аммониевых групп. Ариламинование или араминирование. Получение дифениламина, N-арилнафталиламинов. Нуклеофильное замещение атома водорода в гетероциклических и ароматических соединениях, содержащих электроноакцепторные заместители.

#### **Защитные группы в органическом синтезе**

Защита спиртов образованием простых и сложных эфиров. Ацетальная и кетальная защита диолов. Защита карбоксильной и карбонильной групп. Защита аминогрупп (бензилоксикарбонильная, тритильная, ацетильная). Защита кратных связей. Выбор необходимой защиты и удаление защитных групп.

#### **Методы образования углерод-углеродной связи**

Конденсации арилгалогенидов с непредельными соединениями, катализируемые соединениями палладия. Механизмы реакций. Реакции конденсации карбонильных соединений: альдольная, Кляйзена-Шмидта, Перкина, Михаэля. Механизмы этих реакций. Реакции циклоприсоединения алкенов.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- методы введения функциональных групп в органические молекулы;;
- механизмы изученных органических реакций;
- основы взаимных превращений органических соединений;

**уметь:**

- собирать установки для синтеза и проводить необходимые расчеты;
- обрабатывать, анализировать и оформлять результаты эксперимента;
- самостоятельно составлять и анализировать методику синтеза органического соединения;
- синтезировать, выделять и очищать продукты органического синтеза, определить степень их очистки;

**владеть:**

- навыками синтеза и очистки органических соединений.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (7 сем.).

**Введение в нанохимию и нанотехнологию**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Введение в нанохимию и нанотехнологию» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.9.1.

**2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование у студентов комплекса фундаментальных представлений, составляющих основу одного из наиболее востребованных в настоящее время направлений материаловедения – нанохимии и нанотехнологии.

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Особенности наноструктуры. Общая характеристика**

***Базовые термины и понятия***

Определение понятий: нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура. Наноматериалы. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Классификация наноматериалов: 0D-, 1D-, 2D-структуры. Квантовые точки, квантовые проволоки и квантовые колодцы Синтез наноматериалов.

***Синтез наноматериалов. Методы исследования нанообъектов***

История развития методов синтеза нанокристаллических материалов. Механохимические методы. Методы конденсации из газовой фазы: CVD, плазменная дуга, контролируемое горение. Химические методы синтеза – золь-гель метод, жидкофазный синтез. Синтез в коллоидных мицеллах. Темплатный синтез наноматериалов и наноструктур. Подходы, основанные на принципе самосборки. Принципы синтеза сложных наноструктур. Наноструктуры «ядро в оболочке». Иерархические наноструктуры.

***Физико-химия наноструктурированных материалов***

***Основные принципы физико-химии наноматериалов***

Энергетическое состояние поверхности. Валентно- ненасыщенные состояния. Термодинамика поверхности. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях; адсорбция и десорбция; реконструкция и релаксация поверхностей. Основы физической химии наносистем

***Основные проблемы нанохимии***

Факторы, влияющие на особенности свойств, реакционную способность и стабильность. Влияние размера частиц на особенности их химических свойств и реакционную способность. Размерные эффекты. Проблемы устойчивости наночастиц и их ассоциатов; факторы, обуславливающие стабильность. Способы стабилизации наночастиц

***Зависимость фундаментальных свойств наноматериалов от структуры***

Электронное строение, фазовое равновесие. Геометрическое строение наноструктур и флуктуации. Дефекты и механические свойства. Дефекты и механические свойства.

## **Функциональные свойства наноматериалов**

Важнейшие функциональные свойства. Полупроводниковые наноматериалы. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии. Изменение ширины запрещенной зоны. Оценка размеров наночастиц из спектральных данных. Квантовые выходы люминесценции для ряда полупроводниковых наноструктур. Термоэлектрические наноматериалы и наноматериалы с высокой диэлектрической проницаемостью. Магнитные наноматериалы.

## **Важнейшие области применения наноматериалов**

Важнейшие направления применения наноматериалов. Наносенсоры. Нано- и молекулярная электроника. Фотоника. Устройства на квантовых точках – лазеры, светодиоды. Электронные механические системы. Устройства для хранения информации. Каталитические системы.

### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- способен к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5);
- владеть системой фундаментальных химических понятий (ПК-3).

### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

#### **знать:**

- место нанохимии и нанотехнологии в системе наук;
- основные теоретические положения и понятия нанохимии и нанотехнологии;
- сущность реакций и процессов, используемых в нанохимии и нанотехнологии;
- принципы и области использования основных методов нанохимии и нанотехнологии (химических, физических).

#### **уметь:**

- применять основные положения и понятия нанохимии и нанотехнологии;
- устанавливать связь между свойствами и структурой наноматериалов;
- выявлять тесную связь технологии изготовления и последующей эксплуатации наноструктурных материалов.

#### **владеть:**

- методологией выбора методов получения и исследования наноматериалов;
- навыками их применения;
- основами нанотехнологии как направления материаловедения.

### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа)

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (6 сем.).

## **Прикладная химия**

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Прикладная химия» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.9.2.

### **2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование системных знаний об основных направлениях химизации экономики и социально-бытовой сферы на различных уровнях усвоения материала, развитие специализированных умений и навыков, а также профессиональной активности.

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

#### **Химические аспекты создания и эксплуатации материалов**

Металловедение. Технология стали и легирование. Классификации и свойства сплавов.

Химия силикатов. Производство вяжущих веществ, их виды. Стекло и керамика. Стройматериалы.

Химия полимеров. Полимерные композиты, основы их создания и эксплуатации. Исследование физических и физико-химических свойств наиболее используемых разновидностей полимерных материалов

Высокоэнергетические композиты. Основы теории взрывчатых веществ и напалмов, классификация и применение.

#### **Химизация энергетики**

Социальные и экономические проблемы современной энергетики. Добыча и переработка традиционных видов топлива. Альтернативные источники энергии. Перспективные направления развития энергетики.

#### **Химизация бытовой сферы**

Химия средств гигиены. Детергенты и СМС, производство и номенклатура. Экологические проблемы и медицинские аспекты их применения. Фармацевтика, фармпрепараты и пищевые добавки. Пищевые красители. Виды, классификация и стандарты. Современные требования и перспективы создания.

#### **Химизация сельского хозяйства**

Минеральные удобрения. Технология, классификация, применение и проблемы их использования. Химические средства защиты сельскохозяйственного назначения. Классификация химических средств защиты, их получение и использование. Способы интенсификации современного ведения сельского хозяйства.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1).

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- основные направления и тенденции химизации современной экономики;
- основные понятия и условия осуществления химизации.

##### **уметь:**

- устанавливать связь между знаниями основ химии и областями применения химических знаний;
- применять знания по прикладной химии для планирования и осуществления профессиональной деятельности;

##### **владеть:**

- навыками использования в практической деятельности химических законов, принципов, экспериментальных методов и технологических приемов, а также химических продуктов в различных отраслях экономики и социально-бытовой сфере.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

2 зачетные единицы (72 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (6 сем.).

### **Основы информационной культуры**

#### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Основы информационной культуры» входит в блок ФТД «Факультативы».

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

- формирование информационной компетентности студентов в различных областях деятельности.

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

### **Информационная культура. Информационный поиск. ГСНТИ**

Документ как источник информации. Библиография. Система научно-технической информации в Российской Федерации Понятие «информационная культура». Документ, виды документов: опубликованные и неопубликованные, первичные и вторичные. Система ГСНТИ: ведущие информационные центры и крупнейшие библиотеки. Библиография, виды библиографии. Дифференциация библиографических документов.

### **Библиографическое описание. Библиографические ссылки**

Библиографическое оформление результатов информационного поиска: список использованной литературы, библиографические ссылки. Библиографическое описание документов. СИБИБД (ГОСТы по библиографическому описанию) в Российской Федерации. Методика описания документов. Формирование списка литературы. Библиографические ссылки: виды, использование Библиографическое описание монографий, диссертаций, электронных ресурсов и т. д.

**Информационные технологии в НИР. Электронные ресурсы для поиска информации**  
Электронные библиотеки. Электронные базы данных. Технология поиска информации в зарубежных и отечественных электронных ресурсах. Электронные ресурсы НБ БГУ.

#### **4. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);

#### **5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент **должен:**

##### **знать:**

- задачи, методы, терминологию информационного и библиографического поиска;
- важнейшие центры научно-технической, гуманитарной и социальной информации;
- основные принципы построения библиографического описания;

##### **уметь:**

- осуществлять информационный поиск и подготовку научной рукописи с помощью традиционных средств и компьютерных технологий;
- **владеть:**
- культурой потребления, выбора и поиска информации;
- культурой создания библиографической информации.

#### **6. Общая трудоемкость дисциплины:**

1 зачетная единица (36 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (5 сем.).