

**04.04.01 Химия**  
**Очная форма обучения, 2020 год набора**  
**Магистерская программа "Органическая химия"**  
**Аннотации рабочих программ дисциплин**

**Иностранный язык для специальных целей**

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

Дисциплина «Иностранный язык для специальных целей» входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.О.01.

**2. Цели освоения дисциплины:**

формирование коммуникативной компетенции для письменного и устного общения с зарубежными партнерами в профессиональной и научной деятельности, а также для дальнейшего самообразования.

**3. Краткое содержание дисциплины**

What is science. Определение науки из разных словарей, гуманитарные и естественные науки, роль науки в обществе, изучение и преподавание науки и технологий. Evolution of science. Что такое эволюция. Работа над текстом "History of science". Evolution of other sciences. Высказывания на тему "Evolution of Chemistry".

Perspectives of science development in the field of Chemistry. Science development. Работа над текстом "What will become of Homo Sapiens" "The greatest discoveries ". How to read the literature you need for your thesis". Высказывания My master's research.

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

способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4);

способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5);

способен готовить публикации, участвовать в профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных и научно-популярных докладов (ОПК-4).

**5. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- терминологию на английском языке в изучаемой и смежных областях знаний;
- лексический минимум терминологического характера, в том числе в области узкой специализации;
- основные грамматические явления, характерные для технического подязыка и профессиональной речи;
- особенности научного стиля речи и клише для реферирования профессионально-ориентированных текстов;
- виды речевых произведений: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, деловое письмо, биография;

*уметь:*

- высказываться в связи с предложенной коммуникативной задачей на темы общенаучного и профессионального характера;
- логично и последовательно выражать свою мысль/мнение в связи с предложенной ситуацией общения;
- понимать на слух устную (монологическую и диалогическую) речь в рамках изучаемых тем общенаучного и профессионального характера;
- читать и понимать со словарем литературу по широкому и узкому профилю изучаемой специальности;

*владеть:*

- навыками устной коммуникации и применять их для общения на темы учебного, общенаучного и профессионального общения;
- основными приемами аннотирования, реферирования научной литературы по специальности;
- основами публичной речи – делать подготовленные сообщения, доклады, выступать на научных конференциях.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

4 зачетные единицы (144 часа).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (1 сем.), экзамен (2 сем.).

**Философия и методология науки**

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

Дисциплина «Философия и методология науки» входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.О.02.

**2. Цель освоения дисциплины:**

осуществление философского анализа актуальных проблем современного естествознания.

**3. Краткое содержание дисциплины**

***Проблемы самоорганизации и управления в живой и неживой природе.***

Управление развитием природных и социальных систем. Общая характеристика управления, его функции. Философская теория управления, ее структура и проблемное поле. Обобщенная модель механизма управления.

***Естественнонаучная картина мира***

Генезис и эволюция естественнонаучной картины мира. Понятие парадигмы, исследовательской программы. Проблема научных революций. Основные типы научных революций и смена картин мира. Преемственность в развитии научного знания на эмпирическом и теоретическом уровнях. Методологическое значение принципа соответствия. Понятие «стиля научного мышления», эволюция стилей мышления.

***Самоорганизация в живых и неживых системах***

Самоорганизация, сущность и уровни. Принципы и механизмы. Определение, уровни самоорганизации материи (от XIX до XXI века).

***Принцип детерминизма в философии и естествознании***

Принцип причинности от Демокрита до наших дней. Причинность и рождение нового. Типы детерминизма. Детерминизм и вероятность. Детерминация биологических систем.

***Математика как язык науки***

Историческая эволюция взглядов на предмет математики. Специфика методов математики. Математика как язык науки. Математика как система моделей. Место интуиции и воображения в математике. Проблема интеллектуальной интуиции.

***Философские аспекты естествознания. Экологическая методологическая программа***

Соотношение биологического и социального в человеке. Философские учения XX века и их влияние на биологию. Биоэтика и биофилософия

***Синергетика и ее значение для современной науки***

Понятие системы и структуры. Порядок из хаоса. Основные идеи синергетического видения мира. Нелинейность. Теория катастроф. Динамический хаос. Фракталы. ттракторы. Синергетика и информационные процессы в живых системах.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5).

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные понятия и философские аспекты современного естествознания;

*уметь:*

- понимать и глубоко осмысливать философские проблемы физических концепций естествознания;

*владеть:*

- основами методологии изучения различных уровней организации материи, пространства и времени.

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

2 зачетные единицы (72 часа).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (2 сем.).

## **Компьютерные технологии в химии**

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

Дисциплина «Компьютерные технологии в химии» входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.О.03.

### **2. Цель освоения дисциплины:**

обучить студентов грамотному применению методов, систем и компьютерных программ для автоматизированного получения, обработки и практического использования информации в учебном процессе и научной работе.

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

#### ***Устройство и функционирование компьютерных сетей. Базовые компьютерные технологии в науке и образовании***

*Функционирование компьютерных сетей. Основные тенденции развития компьютерных технологий, применение их в науке и образовании.*

Развитие компьютерной техники и информационных технологий. Устройство и функционирование компьютерных сетей. Классификация информационных технологий. Основные тенденции развития информационных технологий. Компьютерные технологии обработки текстовой и табличной информации. Компьютерные технологии работы с базами данных. Новые информационные технологии в образовании. Развитие информатизации науки. Роль компьютерной техники, средств и технологий в информатизации науки и научных исследованиях. Влияние информационных технологий на формирование научных направлений. Технология поиска информации. Базы данных. Банки данных. Классификация баз данных информационных услуг и продуктов. Электронные библиотеки. Важнейшие сайты Интернета для химиков. Поиск и анализ химической информации в онлайн-информационных источниках. Специализированные поисковые системы.

Основы информационной безопасности компьютера. Основные аспекты правового регулирования, перечень законодательных актов РФ, международные конвенции, ответственность; информационная этика. Защита информации в компьютерных системах. Проблемы защиты информации в компьютерных системах, классификация угроз, методы и средства защиты данных, методы и средства защиты каналов связи. Особенности цифровой связи, каналы передачи данных, общие представления о компьютерных сетях, уровни взаимодействия компьютеров.

#### ***Применение компьютерных технологий для обработки данных химического эксперимента***

*Компьютерные программы для обработки данных химического эксперимента*

Компьютерные технологии в научных исследованиях. Применение компьютерных программ в научных исследованиях, обработка данных научного эксперимента. Численный анализ данных и создание двумерной, трёхмерной научной графики с использованием пакетов прикладных программ.

Обработка данных химического эксперимента по заданной тематике с использованием различных компьютерных программ, программы статистической обработки данных, графическая визуализация экспериментальных данных. Построение графиков, диаграмм и структурных формул химических веществ.

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

способность использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-3).

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные принципы применения информационных технологий в химической науке и образовании

*уметь:*

- находить необходимую научную информацию в сетевых источниках;
- пользоваться специализированными пакетами программ;
- обрабатывать, оформлять и представлять результаты своей научной работы с применением современных технологий

*владеть:*

- навыками применения информационных технологий для решения различных задач в своей научной и образовательной деятельности.

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

6 зачетных единиц (216 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (2 сем.)

### **Разработка и реализация инновационных проектов**

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

Дисциплина «Разработка и реализация инновационных проектов» входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.О.04.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

развитие профессиональных компетенций в предметной области для эффективного управления жизненным циклом разработки инновационных проектов и повышение навыков работы в проектных командах и управления проектными командами.

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

##### ***Основные понятия инноваций, инновационного менеджмента***

Понятие и сущность инноваций, инновационных процессов. Классификации, свойства и функции инноваций. Инновационный процесс. Факторы, влияющие на развитие инновационного процесса. Жизненный цикл инновации.

Цели и основные направления, научно-методические основы инновационного менеджмента (ИМ). Стратегия и тактика в инновационном менеджменте. Функции управления инновациями. Приемы инновационного менеджмента: бенч-маркинг, маркетинговый подход, инжиниринг, бренд-стратегия, ценовой прием, фронтирование рынка, мёрджер. Современный системный подход к роли инноваций в конкуренции.

##### ***Инновационный проект и управление им***

Понятие инновационного проекта. Структура, основные этапы создания (фазы разработки) и реализации инновационного проекта. Источники инновационных идей.

Инновационная стратегия. Система планирования: маркетинга, производства, финансирования. Сетевые методы планирования и управления. Маркетинг инноваций. Мотивация создания, продажи и покупки инноваций. Анализ спроса на нововведения. Решение дилеммы: необходимость разработки новых товаров – минимальные шансы на успех. Управление рисками в инновационном менеджменте. Риск и доход.

#### **Оценка эффективности инноваций**

Система комплексного анализа инноваций, инновационного проекта. Методы экспертизы. Методы оценки эффективности инновационного проекта, инновационной деятельности. Показатели оценки инновационных проектов: традиционные (финансовые), дисконтные, рисковые. Показатели оценки инновационной деятельности. Методы выбора инновационного проекта для реализации. Контроль за инновационной деятельностью в научной организации. Методы учета и отчетности инновационной деятельности.

#### **Информационное обеспечение инноваций**

Место и роль информации в инновационной деятельности. Понятие патента, ноу-хау, лицензии, товарного знака. Франчайзинг. Авторское право. Защита инновационных продуктов. Информационная, нормативно-правовая база инновационной деятельности. Роль информации в инновационной деятельности. Понятие патента, ноу-хау, лицензии, товарного знака. Франчайзинг. Информационная, нормативно-правовая база инновационной деятельности. Экономическая разведка как часть инновационного менеджмента.

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

способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2)

способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3)

способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

– направления и методы развития национальной инновационной системы

*уметь:*

– выделять приоритетные направления развития науки и техники

*владеть:*

– пониманием закономерностей развития экономики и общества в целом;

– технологиями принятия креативных управленческих решений в условиях высокой неопределенности.

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

3 зачетные единицы (108 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (2 сем.)

### **Методика преподавания химии в высшей школе**

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

Дисциплина «Методика преподавания химии в высшей школе» входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.О.05.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

теоретическая и практическая профессиональная подготовка студентов к преподаванию химических дисциплин в высших учебных заведениях.

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

**Организация процесса обучения химии**

### *Введение. Нормативные основы высшего образования*

Методика обучения химии как наука, ее предмет, задачи и методы исследования. Связь методики обучения химии с другими науками, ее место в системе педагогических наук. Методика обучения химии как учебный предмет. Роль химии в жизни общества и значение химического образования. Цели и задачи обучения химии в средней школе. Цели и задачи обучения химии в высшей школе (для нехимических, естественнонаучных и химических специальностей). Высшее учебное заведение: виды, формы обучения. Структура вуза. Кадровый состав вуза. Организация учебной работы в вузе: нормативные документы, лицензирование, аккредитация, образовательный стандарт.

### *Организация обучения химии в высшей школе*

Содержание школьного и вузовского химического образования, его основные виды и уровни. Факторы, определяющие содержание учебного предмета химии (социальный заказ общества, уровень развития химической науки, возрастные особенности учащихся, условия работы школы) и учебных химических дисциплин. Дидактические требования к содержанию учебного предмета химии и учебных химических дисциплин: критерии оптимизации объема и сложности учебного материала, дидактические принципы отбора содержания и построения курсов химии (научность, доступность, системность и систематичность и др.), ведущие идеи естественнонаучных курсов. Методические принципы отбора содержания и построения курсов химии. Понятие о методе обучения. Классификации методов обучения. Организационные формы обучения химии. Система средств обучения химии, классификация средств обучения химии, краткая характеристика средств обучения химии в средней и в высшей школе. Контроль результатов обучения и диагностика качества знаний и умений по химии.

### *Анализ занятия*

Педагогический эксперимент как средство определения эффективности методических нововведений. Измерение результатов обучения. Цели анализа занятия. Типы анализа и самоанализа урока. Виды анализа. Методический анализ занятия. Анализ организационного аспекта. Формы анализа занятия. Схема анализа занятия.

### *Методика изучения основных теоретических концепций химии*

Особенности преподавания курсов общей, неорганической, физической, аналитической, органической химии в высшей школе. Методика изучения основных теоретических концепций химии (атомно-молекулярное учение; Периодический закон, Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева; строение вещества; теория электролитической диссоциации; теория строения органических веществ; основные закономерности протекания химических процессов).

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

Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук (ОПК-2)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основы процесса обучения химии (принципы обучения, деятельностный подход к обучению, формирование творческого химического мышления);
- основы формирования содержания обучения химии (системный подход к определению содержания обучения, построение курса химии на основе переноса системы науки на систему обучения и на основе системного представления предмета химии);
- технологии обучения химии (продуктивно-поисковое и информационное обучение, проблемное и программированное обучение);
- систему контроля результатов обучения химии;

- современные тенденции развития образовательной системы;
  - принципы проектирования новых учебных программ и разработки инновационных методик организации образовательного процесса;
  - теорию и технологии обучения химии;
  - содержание предмета «Химия»;
  - нормативные документы: государственный стандарт и программы химии для высшей школы;
  - требования к кабинету химии, требования техники безопасности студентов при работе в кабинете химии;
- уметь:*
- проектировать, конструировать, организовывать и анализировать свою педагогическую деятельность;
  - планировать учебные занятия и темы в соответствии с учебным планом и программой по химии, обоснованно осуществляя выбор методов и средств обучения химии;
  - разрабатывать и проводить различные по форме обучения занятия, наиболее эффективные при изучении соответствующих тем и разделов программы, адаптируя их к разным уровням подготовки обучающихся;
  - отбирать и использовать соответствующие учебные средства для построения технологии обучения химии;
  - организовывать самостоятельную учебную деятельность обучающихся, управлять ею и оценивать ее результаты;
  - интегрировать современные информационные технологии в образовательную деятельность;
  - работать с литературой профессионального направления;
- владеть:*
- технологиями проведения опытно-экспериментальной работы;
  - различными средствами коммуникации в профессиональной педагогической деятельности;
  - навыками планирования, подготовки проведения и анализа занятия химии;
  - навыками демонстрации химических опытов и средств наглядности;
  - основными понятиями предмета.
- 6. Общая трудоемкость дисциплины:**  
2 зачетные единицы (72 часа).
- 7. Форма контроля:**  
Промежуточная аттестация – экзамен (2 сем.).

### **Физика и механика полимеров**

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

Дисциплина «Физика и механика полимеров» входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.О.06.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

овладение теоретическими основами современной химии в области физики и механики полимеров, понимание существа процессов, влияющих на физическое и механическое состояние полимеров

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

##### ***Физика полимеров***

*Строение макромолекул и упругие свойства полимеров*

Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Стереоизомерия макромолекулы. Конформация макромолекулы и изомерия. Вращение и гибкость

макромолекулы. Функция распределения расстояний цепи. Связь гибкости макромолекул с их химическим строением. Кооперативные конформационные превращения.

*Вязкоупругость полимеров. Полимерные тела. Физические состояния полимеров.*

Модели Максвелла, Кельвина возникновения вязкоупругости, теория репаций. Упругий гистерезис, релаксация. Структура и основные физические свойства полимерных тел. Строение полимеров и упаковка макромолекул. Структурная организация кристаллических и аморфных полимеров. Кристаллические полимеры и полимерные стекла. Дилатометрия: методы определения плотности. Методы определения температуры кристаллизации и плавления. Определение растворимости полимеров. Определение обменной емкости ионитов.

### ***Механика полимеров***

*Механические свойства*

Способы описания механических свойств, основы реологии. Термомеханические кривые аморфных, кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров. Методы определения температуры стеклования. Методы определения теплостойкости.

*Особенности эксплуатации полимеров и изделий на их основе*

Долговечность полимерных материалов. Ориентированные структуры полимеров. Анизотропия механических свойств. Композиционные материалы. Формование изделий из полимеров. Способы проведения термомеханических исследований. Определение плотности полимерной сетки. определение параметров пространственной сетки. Определение механических свойств полимерных материалов (относительное удлинение при разрыве, прочность при разрыве).

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

способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук (ОПК-2)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- взаимосвязь физических и механических свойств высокомолекулярных соединений;
- основные теоретические положения и понятия, применяемые для изучения и понимания физики и механики полимеров;
- существо процессов, влияющих на физическое и механическое состояние полимеров;
- принципы и области использования объектов высокомолекулярного характера с учетом их физического и механического поведения;

*уметь:*

- комплексно применять положения и понятия химии полимеров;
- устанавливать соответствие между объектом химии полимеров методами его анализа и применения;
- решать расчетные задачи;

*владеть:*

- методологией выбора методов анализа полимеров и их использования;
- навыками их применения;
- основами анализа физических и механических свойств полимеров.

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

5 зачетных единиц (180 часов).

#### **7. Форма контроля:**



Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.)

### **Функциональные полимерные материалы**

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

Дисциплина «Функциональные полимерные материалы» входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.О.07.

#### **2. Цели освоения дисциплины**

углубленное изучение теоретических основ современной химии высокомолекулярных соединений, совершенствование знаний и расширение понимания особенностей поведения и реакционной способности веществ цепного строения, анализа их свойств и практического назначения.

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

##### ***Традиционные и новые понятия и определения***

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. Взаимосвязь получения химических элементов и материалов на их основе.

Эволюция представлений о молекулярной структуре существующие проблемы материаловедения и пути решения на уровне структурной химии. Иерархия размерности вещества: атомный, молекулярный и нано уровни.

Пути решения проблемы получения ППМ на уровне учения о химическом процессе – синтез в условиях сверхвысоких температур и давления, а также сверхглубокого вакуума и сверхнизких температур. Супрамолекулярная химия – проблемы самоорганизации и явление репликации, супрамолекулярные материалы.

##### ***Методы исследования перспективных полимерных материалов***

Специфика современных инструментальных методов исследования перспективных полимерных материалов. Разрушающие и неразрушающие методы анализа перспективных полимерных материалов, способы их реализации на практике.

Специфика современных инструментальных методов исследования перспективных полимерных материалов. Разрушающие методы: рентгеновские (рентгенофлуоресценция, рентгенофотоэлектронная спектроскопия); масс-спектроскопия. Неразрушающие методы: микроскопия (электронная, атомно-силовая, туннельная сканирующая); резонансные (ЯМР, ЭПР, ЯКР); оптические (светорассеяние, люминесценция, УФ, ИК).

##### ***Химия перспективных неорганических материалов***

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. Стеклообразные полимерные материалы: тонкие пленки и покрытия. Полимерная керамика и композиты. Дизайн неорганических полимерных материалов. Химия и применение углеродных нанотрубок. Синтез гидрофуллеренов и их свойства.

##### ***Химия перспективных органических материалов***

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.

Высокотемпературные сверхпроводники, магнитные материалы и материалы с ионной и смешанной проводимостью. Биоматериалы. Высокомодульные волокна как перспективные материалы на их основе. Перспективные полимерные углеродсодержащие композиционные материалы. Перспективные полимерные материалы медицинского назначения: классификация, виды и способы получения и применения.

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

способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения (ОПК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-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;
- определять и предлагать пути решения для достижения поставленной цели дисциплины

*владеть:*

- навыками анализа процессов, протекающих в органических и неорганических материалах;
- работать со справочной литературой состава и свойств полимерных материалов.

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

5 зачетных единиц (180 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.).

### **Актуальные задачи современной химии**

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

Дисциплина «Актуальные задачи современной химии» входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.О.08.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

формирование представления о наиболее актуальных проблемах современной теоретической и экспериментальной химии, их значении для развития науки и производства.

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

##### ***Основные тенденции развития современной химии***

##### ***Химия на рубеже веков***

Общие тенденции развития современной химии. Основные направления развития химии в XXI веке. Компьютерное моделирование молекул и химических реакций. Спиновая химия. Нанохимия. Фемтохимия. Синтез фуллеренов и нанотрубок. Химия одиночной молекулы. Электровзрывная активация пульпы и растворов. Роль химии в решении сырьевой, продовольственной, энергетической и экологической проблем.

##### ***Методы исследования веществ и материалов***

Основные методы исследования веществ и материалов. Электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Туннельная сканирующая микроскопия.

Рентгеновские методы: дифракция электронов, рентгенофлуоресценция, рентгенофотоэлектронная спектроскопия. Видимая и ультрафиолетовая спектроскопия. Светорассеяние. Люминесценция. Спектроскопия электронного и ядерного магнитного резонанса. Масс-спектрометрия.

### ***Химическая технология***

#### *Новые принципы и новые методы химической технологии*

Новые принципы и новые методы химической технологии. Катализ. Процесс горения. Фотохимические технологии. Микроэлектроника. Ядерно-химическая технология. Промышленный катализ, активность и селективность катализаторов, применение катализаторов в нефтехимии, энергетике, комплексной переработке неорганического сырья, «микробиологической» металлургии.

#### *Химия в экстремальных и экзотических условиях*

Сильные электрические и магнитные поля, сверхвысокие давления и сдвиговые деформации, мощные световые поля, суперкритические условия, мощные звуковые и микроволновые поля, мощные лазерные импульсы. Химия низких температур. Химия в высоких гравитационных полях.

#### *Проблемы химической энергетики*

Источники энергии. Солнечная энергия. Углерод основа ископаемых топлив. Углеводородная топливная энергетика. Водородная энергетика. Традиционные методы получения водорода. Фотолиз воды.

### ***Нанохимия***

#### *Введение в нанохимию*

Нанохимия – прямой путь к высоким технологиям нового века. Нанонаука. Терминология и объекты исследования. Типы наноматериалов.

#### *Фундаментальные проблемы нанохимии*

Фундаментальные проблемы нанохимии. Методы получения. Получение и стабилизация наночастиц. Химическое, фотохимическое и радиационное восстановление. Плазменное, лазерное, электровзрывное и термическое испарение. Аэрозольные методы. Низкотемпературная конденсация. Золь-гель метод. Механо- и сонохимические методы. Инструментальные микроскопические методы. Метод матричной изоляции и реакции в твердой фазе.

#### *Химические и физические свойства наночастиц*

Зависимость химических и физических свойств от размеров. Поверхностные явления. Термодинамические и кинетические особенности наноразмерных частиц металлов. Влияние размера на реакции в газовой, жидкой и твердой фазах. Многокомпонентные системы с участием нескольких органических и неорганических веществ и элементов. Получение и стабилизация наночастиц. Химическое восстановление. Фотохимическое восстановление. Радиационное восстановление. Плазменное испарение. Лазерное испарение. Электровзрывное испарение. Термическое испарение. Аэрозольные методы. Низкотемпературная конденсация. Золь-гель метод. Механо- и сонохимические методы. Гибридные соединения и материалы с новыми химическими, спектральными, электрическими, магнитными, механическими, сенсорными и каталитическими свойствами. Инструментальные микроскопические методы. Метод матричной изоляции и реакции в твердой фазе.

#### *Нановещества в науке и технике*

Наноэлектроника, сенсоры, каталитические системы, сверхтвердые, износостойкие, суперпластичные вещества и материалы. Защитные покрытия, магнитные жидкости, носители памяти и др. материалы. Физические методы изучения наноматериалов. Наночастицы в науке и технике

### ***Основы супрамолекулярной неорганической химии***

*Введение в супрамолекулярную химию (СХ). Исторические аспекты, связь СХ с другими науками*

Исследования, заложившие основы супрамолекулярной химии. Краун-эфиры. Криптанты. Сферанды и кавитанды. Каликсарены. Кукурбитурилы. Область применения супрамолекулярных соединений. Фононное стекло, электронный кристалл. Термоэлектрические клатраты. Настоящее и будущее. Природные рецепторы. Ионифоры (валиномицин, боверицин, энниатин, лазалоцид А, грамицидины). Особенности строения и образования комплексов с катионами щелочных и щелочноземельных металлов. Валиномицин, структура молекулярной цепи, роль внутримолекулярных водородных связей в формировании структуры, конформации в растворителях разной природы. Циклодекстрины, особенности строения природных циклодекстринов. Основные понятия супрамолекулярной химии, ее взаимосвязь с другими областями науки: физикой, биологией, материаловедением и другими науками. Особенности СХ с участием неорганических соединений. Процессы с участием дифильных соединений. Природа супрамолекулярных взаимодействий. Свойства растворов поверхностно-активных веществ и гидротропов. Поверхностно-активные вещества: классификация, типы. Гидротропы. Свойства растворов поверхностно-активных веществ и гидротропов.

#### *Клатраты и фуллерены*

Твердофазные клатраты. Связывание нейтральных молекул. Неорганические твердофазные клатраты. Клатратные гидраты. Структуры. Свойства. Применение. Клатратные гидраты в газовой промышленности. Цеолиты. Состав и структура. Цеолиты в нефтяной промышленности. Твердые слоистые материалы и их интеркаляты. Графитовые интеркаляты. Супрамолекулярная химия фуллеренов. Фуллерены как гости. Фуллерены как хозяева. Фуллерены как сверхпроводящие соединения включения. Открытие фуллеренов. Синтез цеолитов. MFI-цеолиты в нефтяной промышленности.

#### *Особенности протекания реакций комплексообразования в растворах ПАВ*

Порядок в жидкостях. Поверхностно-активные вещества и упорядочение на поверхности раздела. Жидкие кристаллы. Природа и структура. Жидкокристаллические полимеры. Жидкокристаллические дисплеи. Применение жидких кристаллов. Особенности протекания реакций комплексообразования в растворах ПАВ. Связывание анионов и нейтральных молекул. Водорастворимые метациклофаны. Возможности агрегирования дифильных метациклофанов в воде, образование смешанных агрегатов с мицеллами ПАВ. Природные ПАВ. Липиды. Липосомы. Клеточные мембраны.

#### *Молекулярные и супрамолекулярные устройства*

Молекулярное распознавание, информация, сигналы. Семиохимия. Супрамолекулярная фотохимия. Молекулярные и супрамолекулярные фотонные устройства. Преобразование света и устройства передачи энергии. Фоточувствительные молекулярные рецепторы. Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных устройствах.

#### *Биомиметика*

Характеристики биологических моделей. Характеристики ферментов. Механизм ферментативного катализа. Коранды как имитаторы АТФаз.

#### *Моделирование ферментов*

Моделирование ферментов с использованием циклодекстринов как хозяев. Циклодекстрины как имитаторы эстераз. Функционализированные циклодекстрины.

#### *Перспективы супрамолекулярных устройств*

Молекулярные устройства. Комплексообразование типа "гость-хозяин" ("рецептор-субстрат"), основные понятия и признаки. Концепция оптимального пространственного соответствия гостя и хозяина. Мембранный транспорт супермолекул. Применение мембранных технологий для разделения ионов, изотопов. Особенности комплексообразования макроциклов с ионами металлов на границе раздела фаз вода-органический растворитель (мембрана) в процессах экстракции и переноса. Мембранный транспорт. Параметры, определяющие транспортные свойства лиганда. Перенос посредством носителей и через трансмембранные каналы.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1)

способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2.)

способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3)

способен готовить публикации, участвовать в профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных и научно-популярных докладах (ОПК-4)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- цели и задачи приоритетных направлений развития современной науки;
- место рассматриваемых в курсе разделов химии в общей системе химических наук для решения материаловедческих и экологических проблем;
- теоретические основы рассматриваемых в курсе разделов химии, их особенности,
- связь с другими науками, практическую значимость и перспективы развития;

*уметь:*

- адаптировать знания, накопленные при изучении дисциплины, к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- осуществить целенаправленный сбор и анализ литературы по выбранному разделу химии;

*владеть:*

- навыками использования компьютерных баз данных и научной литературы для получения информации по актуальным проблемам современной теоретической и экспериментальной химии.

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

8 зачетных единиц (288 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (2 сем.), экзамен (3 сем.).

### **История и методология химии**

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

Дисциплина «История и методология химии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.01.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

формирование полного, системного, научного представления об истории становления и развития химии как науки.

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

##### ***Введение***

Место химии в системе наук. Периодизация истории химии. Основные этапы развития химии как науки. Происхождение термина «химия». Многозначность этого понятия. Определение химии как науки. Соотношение химии и других разделов естествознания. Основные разделы химии (подразделение по объектам, явлениям, методам). Особенности современной химии. Приоритет биохимии и экологических проблем. Современный уровень аналитической химии. Состояние мировой химической промышленности. Основные отрасли химической промышленности. Химическая промышленность РФ.

##### ***Химические знания в древности***

Накопление отдельных эмпирических фактов, результаты наблюдений. Зачатки ремесленной химии. Античные натурфилософские учения. Химия в эллинистическом

Египте и Древнем Риме. Металлы и сплавы, стекло, крашение. Первые химические теории. Делимость материи. Эпикур и эпикурейцы.

#### ***Алхимический период развития химического знания***

Особенности алхимического периода. Труды Гебера и Авиценны, как промежуточное звено между истоками химии в древнем мире и западноевропейской алхимией. Аристотелизм как идейная основа алхимии.

#### ***Эпоха технической химии и ятрохимии***

Эпоха возрождения и ее влияние на развития химического знания. Сочинения по металлургии в эпоху Возрождения. Техническая химия в XVI и XVII столетиях. Союз химии и медицины: ятрохимия. Развитие атомистических представлений.

#### ***Эпоха теории флогистона***

Условия развития естествознания во второй половине XVII века. Новые представления о горении и дыхании. Теория флогистона. Пневматическая химия. Зарождение и развитие аналитической химии.

#### ***Химия в России в XVIII веке***

Основные черты развития химии в России во второй половине XVIII столетия. Работы М.В. Ломоносова. Корпускулярная философия. Закон сохранения вещества и движения. Основание Московского государственного университета.

#### ***Развитие химии в начале XIX века. Период количественных законов и развитие химической атомистики***

Стехиометрия. Теория химического сродства Бертолле. Полемика между К. Бертолле и Ж. Прустом о постоянстве состава химических соединений. Возникновение химической атомистики. Новая система химической философии. Открытие гальванического электричества. Электрохимическая теория Берцелиуса. Молекулярная теория Авогадро. Закон Дюлонга и Пти. Общие положения атомистики Берцелиуса.

#### ***Развитие органической химии***

Теоретическая борьба в органической химии в середине XIX столетия. Классическая теория химического строения и ее развитие. Работы Кекуле, Купера, Бутлерова. Успехи экспериментальной органической химии в XIX в. Возникновение и развитие промышленной органической химии.

#### ***Развитие неорганической и аналитической химии в первой половине и в середине XIX столетия***

Становление аналитической химии. Открытие спектрального анализа. Понятие атомной массы в первой половине XIX века. Международный химический конгресс в Карлсруэ в 1860 г. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Развитие электрохимии. Возникновение термохимии, химической термодинамики, химической кинетики.

#### ***Развитие физической химии***

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. Создание и прогресс физических методов исследования (спектроскопия ЯМР и ЭПР, инфракрасная спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, масс-спектрометрия, лазерная химия, молекулярные пучки и другие методы).

#### ***Направления развития химии в начале XXI в.***

Прогнозы развития химической промышленности. Химический синтез. Переработка нефти и нефтехимический синтез. Компьюторное моделирование молекул и химических реакций. Нанохимия. Спиновая химия. Фемтохимия. Химия одиночной молекулы. Синтез полупроводников. Развитие медицинской химии. Радиационная химия. Экологические проблемы человечества, роль химии в их решении. Научные критерии предвидения. Методы прогнозирования.

### ***Уровень общенаучной и предметно-специфической методологии***

Номенклатура методологических знаний, их многообразие, высокая степень абстракции. Наиболее употребительные компоненты методологических знаний уровня общенаучной методологии. Понятия: абстракция, аддитивность, аксиома, закон, идея, идеализация, изменения, иерархия, качество, количество, константность, концепция, объект и предмет, объяснение, определение, отношение и т.д. Методы: аналогии, аналитический, генетический, дедукции, индукции, классификации, моделирования, наблюдения, системный, теоретический, эксперимента. Предметно-специфической (конкретно-научной) уровень: методы фиксации наблюдений, экспериментального исследования изучаемых объектов; методы анализа и решения задач, опирающиеся на законы предметной области. Химический эксперимент, его организация, условия проведения. Методы качественного и количественного химического анализа, расчеты искомых параметров. Современные методы анализа химических соединений. Дедукция и индукция в науке. Понятия и законы. Фундаментальные законы и эмпирические обобщения. Эмпирический характер химии. Эксперимент и теория в химии. Роль модельных представлений. Взаимосвязь модели и метода. Особенности химического мышления. Природа химических понятий. Их фундаментальность и эмпиричность. Эволюция химических понятий и отрицание отрицания. Методологические основы экспериментальных исследований в современной химии.

### ***Использование исторического компонента в курсе химии***

Методология курса химии. Анализ использования методологических знаний в курсе химии.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные периоды становления и развития химии;
- роль величайших химиков прошлых веков и настоящего времени, определивших магистральные направления развития химии, вклад отечественных ученых в развитие химии;
- место химии среди других естественных наук;
- современные проблемы и перспективы развития химии;
- специфику естественнонаучного познания;

*уметь:*

- провести анализ становления и развития современного методологического аппарата химии, выделить его основные особенности и отличия от методов, используемых на ранних этапах развития химии;
  - рационально использовать исторические компоненты содержания в курсе химии;
- владеть:*

- представлениями о развитии химических понятий, теорий, воззрений в зависимости от уровня исторического развития общества и социального заказа.

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

5 зачетных единиц (180 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (2 сем.).

## **Современные методы анализа органических соединений**

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

Дисциплина «Современные методы анализа органических соединений» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.02.

### **2. Цель освоения дисциплины:**

формирование теоретических основ, ознакомление с практическими возможностями и ограничениями важнейших современных методов анализа, их аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента.

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

#### ***Общая характеристика и классификация методов***

Основные понятия и единицы измерения. Краткая характеристика физических принципов, возможностей и ограничений основных групп методов. Энергетические характеристики различных методов. Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Разрушающие и неразрушающие методы исследования. Интеграция методов.

#### ***Инфракрасная спектроскопия***

Основы метода. Природа электромагнитного излучения. Механизм поглощения молекулами электромагнитного излучения. Влияние различных факторов на частоты колебаний групп атомов в молекулах. Методология эксперимента.

ИК-спектры органических соединений, полимеров, композиционных материалов. Пробоподготовка. Измерение. Интерпретация.

#### ***Масс-спектрометрия***

Основы метода. Методология эксперимента. Ионизация веществ электронным ударом. Методика масс-спектрометрического исследования паров органических веществ. Изучение состава и свойств паров химических элементов и соединений. Применение масс-спектрометрии в комплексе с другими физическими методами исследования веществ.

Изучение состава и свойств паров химических элементов и соединений методом масс-спектрометрии. Применение масс-спектрометрии в комплексе с другими физическими методами исследования веществ.

#### ***Термоаналитические методы***

Обзор основных методов термического анализа: термогравиметрия, дифференциальный термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия, термомеханический анализ, термооптометрия, диэлектрический термический анализ. Особые методы термического анализа. Синхронный термоанализ. Принципы работы приборов ДТА, ТГА, ДСК, ДМА. Основные факторы, влияющие на результаты термоаналитических исследований. Основы методологии постановки термоаналитического эксперимента: ДТА, ТГА, ДСК, ДМА. Типичные ошибки. Области применения термоаналитических исследований.

Возможности и ограничения термоаналитических методов исследования при характеристике органических соединений, полимеров, композитов.

#### ***Методы анализа механических свойств***

Деформационно-прочностные, триботехнические свойства полимерных материалов, композитов. Практическое занятие. 4 ч. Возможности и ограничения метода. Пробоподготовка. Измерение.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1)

способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6)



способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- теоретические основы современных методов анализа органических соединений;
- принципиальное аппаратное оснащение методов;
- достоинства, недостатки и области применения различных современных методов анализа органических веществ;

*уметь:*

- пользоваться справочной физической и физико-химической информацией;
- работать на современных приборах;
- корректно интерпретировать результаты эксперимента;

*владеть:*

- методологией выбора методов анализа, навыками их применения;
- основами планирования и постановки экспериментов и способами обработки полученных результатов.

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

5 зачетных единиц (180 часов).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.)

## **Избранные главы органической химии**

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

Дисциплина «Избранные главы органической химии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.ОЗ.

### **2. Цели освоения дисциплины:**

ознакомление магистрантов с избранными разделами современной органической химии, тенденциями развития органической химии.

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

#### **Теоретические основы органической химии**

Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Основные направления и пути научных исследований при установлении механизмов органических реакций в современных условиях.

#### **Углеводороды**

Основные источники органического сырья. Основные пути использования насыщенных углеводородов. Разновидности линейной полимеризации и ее техническое значение. Природный и синтетический каучук, вулканизация каучука. Кумулены: получение, представление об *sp*-гибридизация АО атома углерода, электронное и пространственное строение кумуленов, их химические свойства. Небензоидные ароматические системы. Значение реакций электрофильного замещения как основы методов переработки ароматических углеводородов, их механизм, влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции.

#### **Стереоизомерия**

Геометрическая изомерия органических соединений. 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. 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.

### ***Галогенпроизводные углеводов***

Образование комплексов галогеналкилов с кислотами Льюиса как способ увеличения нуклеофильной подвижности атомов галогенов в реакциях алкилирования ненасыщенных и ароматических углеводов. Восстановление галогеналкилов и их взаимодействие с металлами. Соединения с повышенной подвижностью атома галогена. Получение полифторпроизводных метана и этана, фреоны.

### ***Спирты и фенолы***

Промышленные способы получения спиртов, содержащих от 7 до 20 атомов углерода, и циклогексанола. Рассмотрение ароматических оксисоединений с позиций кетоенольной таутомерии и влияние ароматичности на положение таутомерного равновесия. Замещение оксигруппы на аминогруппу в 2-нафтоле (реакция Бухорера), фениламиногруппу и техническое значение этой реакции. Реакции электрофильного замещения: галоидирование, сульфирование, нитрование, алкилирование. Особенности протекания и проведения этих реакций. Перегруппировка сложных эфиров фенолов как способ ацилирования по кольцу. Конденсация фенолов с карбонильными соединениями, фенолформальдегидные смолы, дифенилолпропан, основные пути использования замещенных фенолов. Реакции электрофильного замещения, характерные для фенолов и фенолятов, как ароматических соединений с повышенной реакционной способностью: карбоксилирование, нитрозирование, азосочетание, введение ацильной группы (реакции Гаттермана, Геша и Реймера-Тимана). Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы, фенольные стабилизаторы полимерных материалов.

### ***Альдегиды и кетоны***

$\alpha$ -дикарбонильные соединения. Глиоксаль, метилглиоксаль: образование устойчивых гидратов, катализируемые основаниями превращения в оксикислоты. Диметилглиоксим и комплексы металлов на его основе. Бензил, циклогексан-1,2-дион, бензиловая перегруппировка.  $\beta$ -дикарбонильные соединения. Формилацетон: циклическая кротоновая конденсация.  $\beta$ -дикетоны: кето-енольная таутомерия, алкилирование, образование хелатных комплексов с ионами металлов. Димедон и продукты его конденсации с альдегидами.  $\gamma$ -дикарбонильные соединения, использование в синтезе гетероциклических соединений. Реакции конденсации с C-H-активными соединениями. Эффект винилологии и C-H-активность  $\alpha$ ,  $\beta$ -ненасыщенных карбонильных соединений.

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

Реакция декарбоксилирования и ее каталитические варианты, анодное окисление карбоксилатанионов, действие галогенов на серебряные соли (реакция Бородина-Хундиккера). Практическое использование солей карбоновых кислот. Реакции переэтерификации и сложноэфирной конденсации. представления об основных путях использования сложных эфиров. Ангидриды карбоновых кислот: реакции с нуклеофилами (ацилирование), уксусный ангидрид как C-H-компонента в реакции конденсации с ароматическими альдегидами. Амиды: кислотные свойства, причины понижения основности и повышения кислотности в сравнении с аммиаком и амминами, основные пути превращения в амины (восстановление, реакция Гофмана и родственные ей превращения гидразидов, азидов и гидроксамовых кислот), представления об основных путях использования. Взаимопревращения амидов и нитрилов. Свойства нитрилов: каталитическое гидрирование, восстановление Алюмогидритодом лития, реакции с магнийорганическими соединениями, использование в качестве ацилирующих реагентов в синтезе кетонов ароматического ряда. 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 антралиловой кислоты; сложные эфиры и их практическое использование. Терефталовая кислота, диметилтерефталат и его промышленное использование.

### ***Нитросоединения. Азо-, диазосоединения***

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. 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.

### ***Моносахариды. Ди-, полисахариды***

Лекция. 1 ч. Реакции, используемые для выяснения структурных и стереохимических характеристик моносахаридов: окисление и восстановление, ацилирование, алкилирование, образование фенилгидразонов и озазонов, переходы от низших моносахаридов к высшим и обратно, ди- и полисахариды, представления о распространении углеводов в природе и путях их использования.

### ***Аминокислоты. Белки***

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 рН среды. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Взаимодействие с азотистой кислотой. Превращения, протекающие при нагревании аминокислот, и зависимость их результата от взаимного расположения двух функциональных групп.

### ***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, пирролиновая 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. С–Н-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. Методы построения хинолинового ядра, основанные на реакциях анилина с глицерином и карбонильными соединениями.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1)

способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- место органической химии в системе наук;
- теоретические основы органической химии;

*уметь:*

- адаптировать знания, накопленные при изучении курса «Органическая химия», к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- использовать фундаментальные знания органической химии в области смежных дисциплин;
- самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по органической химии;

*владеть:*

- теоретическими представлениями органической химии, знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ – представителей основных классов органических соединений;
- основами органического синтеза и физико-химическими методами анализа органических соединений.

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

4 зачетные единицы (144 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.).

### **Фундаментальные основы органического синтеза**

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

Дисциплина «Фундаментальные основы органического синтеза» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как обязательная дисциплина Б1.В.04.

#### **2. Цели освоения дисциплины:**

обучение студентов грамотной разработке стратегии синтеза сложных органических соединений, основываясь как на классических, так и принципиально новых реакциях и методах.

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

##### ***Механизмы реакций органических соединений***

*Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматическом ряду*

Механизм реакций SEAr. Типичные реакции электрофильного замещения. Реакционная способность и правила ориентации в производных бензола. Механизм отщепления

присоединения. Механизм присоединения-отщепления (S<sub>N</sub>Ar) S<sub>N</sub>1-механизм ароматического нуклеофильного замещения. Механизм S<sub>RN</sub>1 в ароматическом ряду.

*Закономерности реакций нуклеофильного замещения*

Механизм реакций. Катализ. Соотношение между механизмами S<sub>N</sub>1 и S<sub>N</sub>2. Влияние строения реагентов на реакции нуклеофильного замещения. Конкуренция реакций нуклеофильного замещения. Правило Корнблума.

*Реакции нуклеофильного отщепления*

Механизм реакций отщепления. Направление отщепления. Конкуренция реакций нуклеофильного замещения и отщепления и роль изомеризации.

**Планирование и проведение органического синтеза**

*Методы, применяемые в органическом синтезе*

Составление схемы синтеза исходя из конечного соединения. Методы Нарастивания/укорачивания углеродной цепи, циклизации, ароматизации. Защита функциональных групп. Гидроксильная, amino, карбоксильная. Методы очистки исходных реактивов. Подготовка лабораторных установок. Физико-химические методы анализа органических соединений.

Проведение синтеза органических соединений: ацетона, бензилового спирта, сульфаниламида, фенолсульфоокислоты, галогенпроизводных гуанидина.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные свойства, строение, методы получения и взаимопревращения представителей важнейших классов органических соединений;
- важные закономерности и особенности строения, свойств и реакционной способности органических соединений;
- основные механизмы органических и элементоорганических реакций;
- на ознакомительном уровне применение органических соединений в различных областях человеческой деятельности

*уметь:*

- использовать систематическую и рациональную номенклатуры для формирования названий органических соединений;
- использовать справочную литературу по органическому синтезу;
- грамотно решать задачи по органическому синтезу, выбирать оптимальные пути и методы решения;
- уметь анализировать возможные пути проведения реакции, анализировать принципиальную возможность проведения синтеза, планировать направленный органический синтез;
- правильно находить продукты органических превращений, включая различные каталитические процессы;
- иметь опыт деятельности по выполнению реальных научных задач в научной лаборатории, опыт по профессиональному описанию эксперимента в области органической химии;
- использовать полученные знания для предсказания возможных продуктов, условий и механизмов протекания органических и элементоорганических реакций

*владеть:*

- представлениями о предмете органического синтеза;
- базовыми представлениями о природе связи элемент – элемент, элемент – углерод и лиганд – металл;
- номенклатурой органических соединений сложной структуры;
- представлениями об электронном и геометрическом строении, типах изомерии, физико-химических свойствах, важнейших методах получения и взаимопревращений основных классов органических соединений;
- базовыми представлениями о механизмах каталитических реакций;
- дополнительными навыками для осуществления профессиональной педагогической и научно-исследовательской деятельности.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

3 зачетные единицы (108 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.).

**Современные проблемы радиохимии и радиоэкологии**

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

Дисциплина «Современные проблемы радиохимии и радиоэкологии» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.01.01.

**2. Цель освоения дисциплины:**

формирование представления о наиболее актуальных проблемах современной радиохимии и радиоэкологии, их значении для развития науки и производства

**3. Краткое содержание дисциплины**

***Химия радиоактивных элементов***

*Природные радиоактивные элементы*

Актиниды и лантаниды. Химия урана. Плутоний – элемент сюрприз. Химия трития. Виды и схемы радиоактивного распада. Задачи и значение радиохимии. Радиоактивные элементы. Изотопный обмен. Спонтанное и нейтронно-индуцированное деление ядер. Специфические особенности объектов исследования в радиохимии. Дозы радиационного облучения. Измерение радиации. Основные виды ионизирующих излучений. Характеристика некоторых радионуклидов. Специфические особенности объектов исследования в радиохимии. Дозы радиационного облучения. Измерение радиации.

*Переработка отработавшего ядерного топлива*

Благородные радиоактивные газы и проблемы радона. Переработка отработавшего ядерного топлива. Проблема рутения. Обращение с радиоактивными отходами. Применение ядерных реакций и современной энергетике. Реакции деления и реакции нуклеосинтеза. Нормы радиационной безопасности НРБ-99. Основные пределы доз. Воздействие радиации на биологическую ткань.

***Современная радиоэкология***

*Возникновение новой науки - радиоэкологии*

История развития радиоэкологии. Основные понятия и законы радиоэкологии. Источники возникновения радиоактивных загрязнений. Естественный фон ионизирующих излучений. Внешнее и внутреннее облучение. Медицинские источники ионизирующего излучения. Понятие доза облучения. Дозы, характеризующие непосредственно ионизирующие и косвенно ионизирующие излучения. Допустимые уровни облучения для различных категорий населения. Защита от ионизирующих излучений.

Важнейшие природные и техногенные радионуклиды, обуславливающие радиационный фон на поверхности Земли. Ежегодная доза радиации.

*Микробиология в радиоэкологических исследованиях*

Морская радиоэкология. Зеленая химия в радиоэкологии. Естественный радиационный фон на Земле. Вклад различных факторов в дозу облучения населения. Радон как фактор облучения. Радионуклиды в окружающей среде.

Естественные ряды первичных радионуклидов и их вклад в дозу облучения населения. Особенности накопления радионуклидов в организме человека.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

– основные термины, понятия и законы радиохимии и радиоэкологии; действие радионуклидов и радиоактивного излучения на вещество и организм человека;

– теоретические и практические аспекты обращения с радиоактивными веществами и ионизирующими излучениями;

*уметь:*

– адаптировать знания, полученные при освоении дисциплины, к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;

– использовать радиохимические методы в других областях науки;

*владеть:*

– техникой измерения различных типов радиоактивного излучения;

– навыками использования технических средств и методов испытаний для решения исследовательских задач химической направленности.

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

4 зачетные единицы (144 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (2 сем.).

### **Современная биологическая химия**

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

Дисциплина «Современная биологическая химия» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.01.02.

#### **2. Цели освоения дисциплины**

формирование современных представлений о строении и биологических свойствах белков и нуклеиновых кислот, путей их химических превращений в живых организмах и их значения для понимания физико-химических молекулярных механизмов хранения и передачи наследственной информации.

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

##### ***Главные компоненты живой материи.***

##### *Аминокислоты. Белки*

Основные этапы развития биохимии. Успехи современной биохимии. Строение клетки. Практическое применение продуктов клеточного синтеза. Аминокислоты: структура, классификация, стереохимия. Уровни структурной организации белковых макромолекул. Физико-химические свойства белков, биологические функции белков. Синтез аминокислот, производство белков.

##### *Липиды. Мембраны. Углеводы.*

Общая характеристика липидов. Классификация липидов. Биологические функции мембран. Строение биологических мембран. Механизмы мембранного транспорта. Общая характеристика углеводов. Моносахариды. Олигосахариды. Жирные кислоты. Строение и состав липидов. Биологическая роль липидов. Выполнение тестового задания «Липиды».

### ***Ферменты***

Активные центры ферментов. Динамические аспекты молекулярной энзимологии. Принципы ферментативного анализа, регуляция активности ферментов. Инженерная энзимология. Современные проблемы ферментативного катализа. Имобилизованные ферменты.

### ***Нуклеиновые кислоты.***

Общая характеристика нуклеиновых кислот. Химический состав нуклеиновых кислот. Нуклеопротеиды. ДНК, РНК и синтез белка.

Биосинтез белка, механизмы регуляции.

### ***Основы биоинженерии***

Клеточные и молекулярные аспекты биоинженерии. Технология рекомбинантных ДНК, векторы, химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК. Молекулярная диагностика.

Технология рекомбинантных ДНК. Использование достижений биоинженерии в медицине (производство лекарственных препаратов, ферментов, моноклональных антител, вакцин, антибиотиков), в промышленности, сельском хозяйстве и экологии. Полимеразная цепная реакция. Методы секвенирования ДНК.

### ***Пространственная структура биополимеров и ее роль в обеспечении специфичности биохимических процессов***

Основные типы нековалентных взаимодействий в живой природе. Молекулярное узнавание в биохимических системах. Пространственная структура нуклеиновых кислот. Самоорганизация пространственной структуры биополимеры.

Структурные аналоги нуклеотидов, области их применения.

### ***Обмен веществ и энергии***

Общие принципы биоэнергетики. Гликолиз. Окисление жирных кислот. Цикл Кребса. Цепь переноса электронов, окислительное фосфорилирование.

Окисление углеводов. Окисление триглицеридов. Взаимосвязь процессов катаболизма углеводов, жиров, белков. Основные аспекты регуляции метаболизма.

### ***Методы изучения живой материи***

#### ***Методы исследования биополимеров***

Традиционные методы выделения и очистки биополимеров. Особенности исследования природных соединений. Понятие о инструментальных физико-химических методах определения состава и свойств (ЯМР- спектроскопия, ИК-спектроскопия, масс-спектрометрия). Радиохимические методы. Флуориметрические методы. Определение молекулярной массы биополимера. Иммуноанализ.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- особенности структуры и функционирования белковых молекул и их комплексов как носителей жизни;



- строение и свойства нуклеиновых кислот, иметь представления о молекулярных механизмах воспроизводства и передачи наследственной информации;
  - современные представления о биокатализе;
  - основные пути метаболизма и механизмы его регуляции,
  - современные представления о геномной и клеточной инженерии;
  - современные методы биохимических исследований;
  - новейшие достижения в области биохимии и перспективы их прикладного использования в различных областях деятельности человека
- уметь:*
- использовать знания биохимии для объяснения важнейших процессов, протекающих в живых организмах, на молекулярном уровне;
  - анализировать, обобщать и систематизировать учебный материал;
  - выбирать приемы и методы для изучения особенностей протекания биохимических процессов
- владеть:*
- основами теории фундаментальных разделов химии;
  - современными представлениями о химических основах жизненно важных процессов, их регуляции;
  - характеристиками основных путей метаболизма химических компонентов в живом организме.

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

4 зачетные единицы (144 часа).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (2 сем.).

### **Современные проблемы экологии Байкальского региона**

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

Дисциплина «Современные проблемы экологии Байкальского региона» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.01.03.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

вооружение студентов конкретными знаниями особенностей развития Байкальского региона

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

##### ***Байкальский регион***

Понятие "Байкальский регион". Административно-территориальный состав. Байкальский регион - как категория, имеющая общероссийский и международный статус. Озеро Байкал как участок мирового природного наследия. Новая парадигма развития человеческой цивилизации. Байкальский регион, как часть хозяйства РФ, Сибири и Дальнего Востока. Участие Байкальского региона в географическом разделении труда на разных таксономических уровнях. Топологические признаки. Основные факторы развития: общие и региональные.

##### ***Природные предпосылки развития Байкальского региона***

Глобальные и региональные особенности природных условий, как предпосылки развития Байкальского региона. Закономерности природных процессов и их влияние на развитие региона. Тектоника, геология, рельеф, климат, растительный и животный мир. Природные условия в Байкальском регионе, их влияние на социально-экономическое развитие страны.

##### ***Байкал - уникальная экосистема***

Основные причины уникальности Байкальского региона. Уникальное биоразнообразие оз. Байкал и Байкальского региона. Озеро Байкал и Байкальский регион - как уникальная естественная лаборатория и центр видообразования. Особенности природно-

климатических условий Байкальского региона. Геоэкологическое районирование Байкальского региона.

### ***Минерально-сырьевые ресурсы***

Геологическая изученность региона. Минерально-сырьевые ресурсы как фактор развития Байкальского региона. Хозяйственная оценка всех типов и видов ресурсов. Доля Байкальского региона в разведанных запасах полезных ископаемых России.

Территориальные группировки полезных ископаемых района. Проблемы разработки, обогащения и использования ресурсов.

### ***Экологические условия экономического развития***

#### *Проблемы устойчивого развития Байкальского региона*

Состояние атмосферного воздуха. Современные экзогенные процессы рельефообразования и их районирование. Деградация и загрязнение почвенного покрова. Нарушенность растительности. Экологические предпосылки распространения зооантропозов. Экологические проблемы. Экологическое зонирование Байкальского региона. Проблемы и перспективы экологически сбалансированного и устойчивого развития региона.

### ***Население и социальные условия***

#### *Население и трудовые ресурсы*

Динамика численности населения Байкальского региона. Особенности демографического развития региона за длительный период времени на фоне общероссийских показателей. Депопуляция и ее территориальная картина. Демографические последствия экономического кризиса. Структура населения: половозрастная, социальная, территориальная и их оценка. Структура расселения.

#### *Хозяйство: особенности, проблемы и перспективы развития*

Уровень экономического развития. Структура хозяйства: общая, отраслевая, промышленная, сельскохозяйственная. Межотраслевые комплексы. Территориальная структура хозяйства. Особенности специализации и комплексного развития региона. Проблемы структурной перестройки экономики РФ. Сибири и Дальнего Востока.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- особенности региональных эколого-экономических и социальных процессов в условиях формирования и развития рыночных отношений;
- основную суть идеи устойчивого развития;
- основные категории, проблемы и перспективы регионального развития на примере Байкальского региона;
- овладеть конкретными знаниями особенностей развития Участка мирового природного наследия и мировой модельной территории устойчивого развития, каковыми являются оз. Байкал и Байкальский регион

*уметь:*

- выявлять основные проблемы устойчивого развития территории любого масштаба;
- организовать исследовательскую и воспитательную работу по проблемам рационального природопользования;
- принимать активное участие в решении проблемы охраны уникальных природных объектов и вопросов сбалансированного соразвития Общества и Природы;

- обосновать и выделять территориальные социально-экономические системы разных таксономических рангов  
*владеть:*
  - современными экономико-географическими теориями, концепциями развития и территориальной организации производительных сил;
  - современными методами организации и управления устойчивым развитием регионов.
- 6. Общая трудоемкость дисциплины:**  
4 зачетные единицы (144 часа).
- 7. Форма контроля:**  
Промежуточная аттестация – экзамен (2 сем.).

### **Химия молибдена и вольфрама**

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

Дисциплина «Химия молибдена и вольфрама» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.02.01.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

Формирование представления об обширном классе сложнооксидных соединений - молибдатах и вольфраматах - удобных модельных объектах для решения принципиальных задач неорганической химии, химии твердого тела и кристаллохимии и составляющих основу перспективных неорганических функциональных материалов.

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

##### ***Общая характеристика молибдена и вольфрама***

Кислородные соединения молибдена и вольфрама в низших степенях окисления: оксиды, молибденовые и вольфрамовые "сини", вольфрамовые "бронзы". Кластеры. Сравнение свойств хрома, молибдена и вольфрама.

##### ***Синтез молибдатов и вольфраматов***

Строение атомов молибдена и вольфрама. Положение в Периодической системе. Валентные состояния. Получение Mo и W. Металлическое состояние. Оксиды молибдена (VI) и вольфрама (VI). Молибденовая и вольфрамовая кислоты. Изополи- и гетерополикислоты и соли: образование, строение, реакционная способность.

Сравнение химии хрома, молибдена и вольфрама.

##### ***Методы получения молибдатов и вольфраматов***

Твердофазный синтез. Осаждение из водных растворов. Использование методов "мягкой" химии. Кристаллографическая и структурная характеристика сложнооксидных фаз. Компьютерные технологии обработки массивов экспериментальных данных для проведения РФА. Определение кристаллографических характеристик соединений. Уточнение кристаллических структур по поликристаллическим данным методом Ритвельда.

Методы получения монокристаллов.

##### ***Фазовые диаграммы молибдатных и вольфраматных систем***

###### ***Двойные и тройные системы***

Фазовые равновесия в оксидных и двойных солевых системах. Примеры нарушения квазибинарности. Закономерности фазообразования в молибдатных и вольфраматных системах. Диаграммы состояния двойных молибдатных и вольфраматных систем. Субсолидусное строение тройных солевых молибдатных систем. Закономерности фазообразования в молибдатных и вольфраматных системах.

###### ***Методы исследования сложнооксидных систем***

Использование рентгенографии и термографии для исследования фазовых равновесий в двух- и трехкомпонентных системах. Анализ методических особенностей проведения эксперимента и возможных (типичных) ошибок. Методы экспериментального

исследования фазовых равновесий в двух- и трехкомпонентных системах. Анализ методических особенностей проведения эксперимента и возможных (типичных) ошибок.

### ***Кристаллохимия молибдатов и вольфраматов***

#### *Кристаллохимия двойных молибдатов и вольфраматов*

Строение вольфрамита, шеелита и родственных им типов структур. Структуры с конденсированными вольфрам-кислородными радикалами тетрамерного и ленточного строения. Структуры с катионным остовом типа CsCl. Тригонно-сетчатые структуры. Полиморфизм двойных молибдатов и вольфраматов. Особенности кристаллохимии двойных молибдатов и вольфраматов.

Строение двойных и тройных молибдатов и вольфраматов. Особенности кристаллохимии этих соединений. Основные структурные типы двойных молибдатов и вольфраматов. Особенности кристаллохимии этих соединений.

#### *Кристаллохимия тройных молибдатов*

Основные структурные типы тройных молибдатов. Тройные молибдаты с открытыми каркасными структурами. Связь структуры с функциональными свойствами.

Основные структурные типы тройных молибдатов. Связь структуры с функциональными свойствами. Некоторые физические свойства и области применения молибдатов и вольфраматов

### ***Некоторые физические свойства сложнооксидных соединений Mo(VI) и W(VI)***

#### *Функциональные свойства молибдатов и вольфраматов*

Сегнетоэлектрики и сегнетоэластики. Магнитные и электрические свойства. Спектроскопические и лазерные свойства. Электрофизические и люминесцентные свойства молибдатов и вольфраматов.

#### *Применение молибдатов и вольфраматов*

Практическое занятие. 2 ч. Двойные и тройные молибдаты как основа новых перспективных неорганических материалов.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основы химии молибдена и вольфрама;
- место молибдатов и вольфраматов в общей системе сложнооксидных соединений с тетраэдрическим оксоанионом;
- особенности кристаллохимии молибдатов и вольфраматов;
- особенности фазообразования в молибдатных и вольфраматных системах;

*уметь:*

- адаптировать знания, накопленные при изучении дисциплины, к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;

*владеть:*

- методологией поиска и направленного синтеза новых неорганических соединений;
- навыками использования компьютерных баз данных и научной литературы для получения информации, необходимой для проведения научного исследования.

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

5 зачетных единиц (180 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (1 сем.).

## Химия гетероциклических соединений

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

Дисциплина «Химия гетероциклических соединений» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.02.02.

### 2. Цель освоения дисциплины:

Углубление знаний студентов в области синтеза и реакционной способности основных гетероциклических систем и их важнейших производных, а также расширение теоретических представлений о механизмах соответствующих реакций.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### *Основные понятия о гетероциклических соединениях*

Краткая история химии гетероциклов. Классификация гетероциклов: по размеру цикла, по гетероатомам, их числу и взаимному расположению в цикле. Номенклатура гетероциклов: тривиальные названия; система Ганча-Вильдмана и номенклатура IUPAC; заместительная номенклатура. Номенклатура аннелированных циклов. Гетероароматичность. Гетероатомы пиррольного и пиридинового типа; исключения, показывающие условность такого деления. Концепция -избыточности и -дефицитности гетаренов. Синтез гетероциклических соединений. Типы химических реакций, приводящих к формированию гетероциклических соединений (реакции гетероциклизации): реакции циклоприсоединения, электроциклические реакции.

#### *Пятичленные гетероциклические соединения*

##### *Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом*

Фуран и его производные. Строение молекулы: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения. Физические свойства и спектральные характеристики. Химические свойства: реакции с электрофильными, нуклеофильными и радикальными реагентами, реакции с карбенами, нитренами, окислителями и восстановителями, взаимодействие с диенофилами, ацидофобность. Важнейшие производные фурана: фурфурол (получение и химические свойства), фурфуриловый спирт, пироглизиновая кислота, тетрагидрофуран.

##### *Пятичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами*

Азолы (пиразол, изотиазол, изоксазол). Строение молекул: геометрия и молекулярные диаграммы. Основные способы получения гетероциклов. Сравнительная характеристика физических и физико-химических констант 1,2-азолов, спектральные данные. Химические свойства 1,2-азолов. Бензаннелированные производные 1,2-азолов (индоксазен, антранил, бензопиразол, бензизотиазол). 1,3-Азолы (имидазол, тиазол, оксазол). Строение молекул: геометрия и молекулярные диаграммы. Химические свойства 1,3-азолов. Бензаннелированные производные 1,3-азолов (бензоксазол, бензотиазол, бензимидазол). Сравнительная характеристика 1,2- и 1,3-азолов в реакциях с электрофильными и нуклеофильными реагентами.

##### *Пятичленные гетероциклические соединения с тремя гетероатомами*

1,2,3-Триазолы. Прототропная изомерия. Строение молекул 1Н- и 2Н-изомеров: геометрия и молекулярные диаграммы. Способы получения 1,2,3-триазолов и их производных. Химические свойства: реакции с электрофильными реагентами (алкилирование, ацилирование, галогенирование, нитрование), реакции с нуклеофильными реагентами (аминирование, взаимодействие со щелочами), перегруппировки (перегруппировка Димрота и другие перегруппировки), фотохимические превращения. 1,2,4-Триазолы. Прототропная изомерия.

##### *Пятичленные гетероциклические соединения с четырьмя гетероатомами*

Тетразолы. Типы таутомерных превращений: прототропная перегруппировка, кетоенольная таутомерия, имино-енаминная таутомерия, тион-тиольная таутомерия, азидо-азаметино-тетразольная таутомерия. Строение молекул 1Н- и 2Н-тетразолов: геометрия и молекулярные диаграммы. Способы получения 1Н- и 2Н-тетразолов и их производных. Химические свойства: реакции с электрофильными реагентами (по С- и N-атомам цикла и в боковой цепи), реакции с нуклеофильными реагентами

(депротонирование, замещение легко уходящей группы при С-атоме, раскрытие цикла), термические и фотохимические перегруппировки (перегруппировка Димрота, реакции с отщеплением молекулярного азота).

### ***Шестиленные гетероциклические соединения***

#### *Шестиленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом*

Пиридин и его неаннелированные производные. Строение пиридина: геометрия молекулы и молекулярная диаграмма. Пиридиновый атом азота и его роль в ароматической системе молекулы. Общие сведения о пиридине, его физико-химические константы; сравнение с бензолом, нитробензолом и пирролом. Нахождение пиридина и его производных в природе. Способы получения пиридина и его неаннелированных производных в промышленности и в лабораторной практике. Формальная -эквивалентность и фактическое поведение пиридина в химических реакциях (-дефицитность) с точки зрения гипотезы -избыточности и -дефицитности гетероциклических соединений. Химические свойства пиридина и его неаннелированных производных. Производные пиридина. Четвертичные пиридиновые соли; их строение, получение и краткая химическая характеристика. N-Оксид пиридина. Бензаннелированные производные пиридина (хинолин, изохинолин, акридин).

#### *Шестиленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами*

1,2-Диазины (пиридазины). Строение молекулы пиридазина: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения пиридазина и его производных. Физические свойства. Химические свойства: реакции с нуклеофильными реагентами, реакции с электрофильными реагентами (алкилирование, конденсации с участием метильного заместителя), свободнорадикальное фенилирование, реакции восстановления и окисления. Бензаннелированные производные 1,2-диазинов (циннолин, фталазин). 1,3-Диазины (пиримидины). Бензаннелированные производные 1,3-диазинов (хиназолины). 1,4-Диазины (пиразины). Бензаннелированные производные 1,4-диазинов (хиноксалины).

#### *Шестиленные гетероциклические соединения с тремя и четырьмя гетероатомами*

Триазины. 1,3,5-Триазин (симм-триазин). Строение молекулы 1,3,5-триазина: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,3,5-триазина и его производных. Краткая характеристика физических и химических свойств. Тетразины. 1,2,4,5-Тетразины (симм-тетразины). Строение молекулы 1,2,4,5-тетразина: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,2,4,5-тетразина и его производных. Краткая характеристика физических и химических свойств.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

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

*уметь:*

- прогнозировать реакционную способность гетероциклических молекул с позиций современных электронных представлений;
- идентифицировать и анализировать гетероциклические соединения при помощи химических, физико-химических и физических методов исследования;
- ставить задачу исследования; выбирать метод исследования;
- использовать оборудование, необходимое для проведения экспериментов *владеть:*
- методами планирования органического эксперимента;
- методами прогнозировать реакционной способности гетероциклических молекул с позиций современных электронных представлений;
- основными приемами, применяемыми для очистки и выделения гетероциклических соединений;
- методами постановки химического эксперимента;
- методами обработки полученных результатов.

**6. Общая трудоемкость дисциплины:**

5 зачетных единиц (180 часов).

**7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (1 сем.).

### **Промышленная экология**

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

Дисциплина «Промышленная экология» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.02.03.

**2. Цель освоения дисциплины:**

Приобретение студентами знаний о неразрывной связи экономических и экологических интересов человека, изучение основных направлений сокращения материальновещественных потоков в промышленной системе для минимизирования нагрузки на окружающую среду.

**3. Краткое содержание дисциплины**

Промышленная экология. Цели и задачи Становление и развитие концепции промышленной экологии. Сфера интересов промышленной экологии. Цели и задачи дисциплины. Промышленная экология как концепция устойчивого промышленного развития.

Антропогенные воздействия на природную среду Общая характеристика масштабов антропогенного воздействия: воздействие на ресурсный цикл; влияние на круговорот воды; влияние на круговорот веществ.

Техносфера и ресурсы техносферы. Понятие техногенеза и его основные черты. Техногенез и динамика экосферы. Техносфера и ее структура. Обмен веществ и техногенный материальный баланс. Природные ресурсы. Классификации ресурсов: естественная, хозяйственная, экологическая. Ресурсы техносферы и их использование. Энергетические ресурсы. Земля. Вода. Биоресурсы. Минеральные ресурсы.

Техногенное загрязнение окружающей среды Техногенные эмиссии и воздействия. Физическое и волновое загрязнение среды. Опасность физических волновых загрязнений окружающей среды. Техногенные поражения и экологическая безопасность Понятие техногенного поражения. Понятие о чрезвычайной ситуации. Техногенные чрезвычайные ситуации. Факторы риска. Зоны экологического поражения.

Экологизация экономики и производства Взаимосвязь экономики и экологии. Экологические факторы в категориях экономики. Экологизация производства – путь к устойчивому развитию промышленности. Принципы и технологии экологизации производства. Основные направления экологизации. Основные принципы снижения природоемкости производства. Экологизация энергетики. Экологизация транспорта. Экологизация сельского хозяйства.

Общие проблемы отходности производства. Новые экологические технологии. Принципы мало- и безотходных технологий. Оценки отходности технологий.

Современные представления об экоразвитии общества Перспективы устойчивого развития (экоразвития) природы и общества. Роль и место человека в экосфере. Пересмотр целей общественного развития. Экологическая идеология.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- о взаимосвязях и взаимозависимостях между экологическими, социальными и экономическими аспектами;
- об основных аспектах взаимодействия промышленной системы с окружающей средой;
- о связи между промышленным развитием и потенциальной емкостью Земли
- необходимости перевода всей своей деятельности на принципы рационального природопользования;
- роли системного подхода и долгосрочного планирования для перехода к новым технологиям;
- концепции устойчивого развития общества и основных мировых тенденциях в развитии новых концепций устойчивого промышленного развития;

*уметь:*

- выделять основные экологические аспекты функционирования рассматриваемого промышленного производства;
- проводить оценку продукта (продукции) на основе его (ее) жизненного цикла
- предлагать возможные варианты экологизации технологических процессов;
- применять иерархический подход в вопросах планирования перехода к чистым технологиям;
- пропагандировать ключевые моменты современной экологической политики среди различных слоев населения

*владеть:*

- выбирать аргументы для обоснования необходимых мероприятий по защите окружающей среды на основе новейших малоотходных технологий;
- применять правовую нормативную документацию в области охраны окружающей среды;
- применять практические навыки при разработке нормативно-технической документации;
- вычислять инженерные расчеты по обеспечению условий безопасности воздействия инженерных систем на окружающую среду

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

5 зачетных единиц (180 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – зачет (1 сем.).

### **Рентгеновские методы исследования материалов**

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



Дисциплина «Рентгеновские методы исследования материалов» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.03.01.

## **2. Цель освоения дисциплины:**

Формирование теоретических основ и практических умений при использовании рентгеновских методов исследования неорганических веществ, их аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента.

## **3. Краткое содержание дисциплины**

### ***РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ***

#### ***ОСНОВЫ ФИЗИКИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ СПЕКТРОМЕТРЫ.***

Характеристика рентгеновского излучения. Возникновение рентгеновского излучения. Тормозное рентгеновское излучение. Характеристическое излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Поглощение рентгеновского излучения. Рассеяние рентгеновского излучения. Флуоресцентное излучение. Интенсивность линий спектра флуоресценции, возбужденной монохроматическим рентгеновским излучением. Источники рентгеновского излучения. Рентгеновские трубки. Радиоактивные изотопы. Рентгенофлуоресцентные спектрометры. Спектрометры с волновой дисперсией. Спектрометры с энергетической дисперсией. Контрольные вопросы.

#### ***СПОСОБЫ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА***

Прямой способ внешнего стандарта. Способ разбавления проб нейтральной средой. Способ внешнего стандарта с поправками на поглощение. Прямое определение массового коэффициента поглощения пробой аналитической линии. Способ с поправками на поглощение первичного и вторичного излучений. Способ калибровки. Уравнение связи [способ Бритти и Брисси]. Уравнение множественной регрессии. Способ фундаментальных параметров. Способ добавок. Классический способ внутреннего стандарта. Способ стандарта-фона..

#### ***ДИФРАКЦИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ И ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОБАХ.***

##### ***ТЕХНИКА ДИФРАКЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.***

Кристаллы и их симметрия. Дифракция РИ на монокристалле. Структурная амплитуда. Формирование порошковой дифрактограммы. Постановка задачи в дифракционном эксперименте. Источники РИ. Детекторы РИ. Рентгеновская оптика. Геометрия съемки. Оптика параллельного пучка (рентгеновские зеркала).

Погрешности и систематические ошибки дифракционного эксперимента. Планирование дифракционного эксперимента.

##### ***ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ДИФРАКТОГРАММ. ПРОФИЛЬНЫЙ АНАЛИЗ. КАЧЕСТВЕННЫЙ РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ.***

Понятие о профильном анализе. Общий вид дифракционного максимума. Профильная функция. Функции фона. Нелинейный МНК. Результаты профильного анализа. Критерии качества. Понятие о качественном фазовом анализе. База данных ICDD PDF-2. Проведение качественного рентгенофазового анализа. Контрольные вопросы.

##### ***ОСНОВЫ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА. МЕТОД РИТВЕЛЬДА.***

Основы структурного анализа. Метод Ритвельда.

##### ***КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ. ТЕКСТУРИРОВАНИЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОБ.***

Зависимость интенсивности рефлексов фазы от ее содержания в многофазной смеси. Бесстандартный количественный РФА. Текстурирование образцов.

##### ***Применение рентгеновских методов***

Области применения рентгеновских методов. Анализ: глины и почвы, органические соединения, неорганические соединения, минералы, биогические объекты и природные органические материалы, полимеры, композиционные материалы.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные методы рентгеновского анализа, их теоретические основы, роль и место в исследовании веществ и материалов;
- принцип работы приборов, используемых при проведении рентгеновских исследований;
- достоинства, ограничения и области применения различных методов рентгеновских исследований;
- основы методологии постановки рентгеновских экспериментов;
- правила безопасной работы с химическими веществами;

*уметь:*

- обрабатывать полученную в результате рентгеновских исследований информацию и корректно ее интерпретировать;

*владеть:*

- методологией выбора метода исследования;
- навыками постановки рентгеновского эксперимента и способами обработки полученных результатов.

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

5 зачетных единиц (180 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.).

### **Термоаналитические методы исследования**

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

Дисциплина «Термоаналитические методы исследования» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.03.02.

#### **2. Цель освоения дисциплины:**

овладение теорией и практикой применения термоаналитических методов исследования.

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

##### ***Введение***

Общие понятия термического анализа (ТА). Роль и место ТА в исследовании веществ и материалов. Принцип работы синхронного термического анализатора STA 449C (NETZSCH, Германия).

##### ***Обзор основных методов термического анализа***

Термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия. Принципы работы приборов ДТА, ТГА, ДСК.

##### ***Обзор основных факторов, влияющих на результаты ТА***

Основные факторы, влияющие на результаты ТА. Факторы, связанные с измерительным прибором – термовесами (скорость нагревания печи, атмосфера печи, форма держателя образца и печи, химический состав контейнера для образца и т.д.). Характеристики образца (масса образца, размер частиц образца, растворимость в образце выделяющихся из него газов, теплота реакции, плотность упаковки частиц образца, состав образца, теплопроводность).

### ***Температурное поле вещества в условиях ТА эксперимента***

Температурное поле термоинертного и реагирующего вещества в условиях ТА эксперимента. TG- и DSC-измерение полимера или полимерного композиционного материала в сопряжении с квадрупольным масс-спектрометром.

### ***Основы методологии постановки ТА эксперимента***

Основы методологии постановки ТА эксперимента: ДТА, ТГА, ДСК. DMA-измерение полимера или полимерного композиционного материала и его корреляция с DSC-измерением.

### ***Применение методов ТА***

Области применения ТА исследований: термометрия, энтальпиометрия, кинетика гетерогенных процессов, анализ чистоты веществ. Анализ: глины и почвы, органические соединения, неорганические соединения, минералы, биогические объекты и природные органические материалы, полимеры, композиционные материалы.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные методы термического анализа, их теоретические основы, роль и место в исследовании веществ и материалов;
- принцип работы приборов, используемых при проведении термоаналитических исследований;
- достоинства, ограничения и области применения различных методов термоаналитических исследований;
- основы методологии постановки термоаналитического эксперимента;
- правила безопасной работы с химическими веществами;

*уметь:*

- обрабатывать полученную в результате термоаналитических исследований информацию и корректно ее интерпретировать;

*владеть:*

- методологией выбора метода исследования;
- навыками постановки термоаналитического эксперимента и способами обработки полученных результатов.

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

5 зачетных единиц (180 часов).

### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.).

## **Методы разделения и концентрирования**

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

Дисциплина «Методы разделения и концентрирования» входит в вариативную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» как дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.03.03.

### **2. Цель освоения дисциплины:**

ознакомление студентов с основными направлениями развития аналитической химии малых концентраций, теоретическими основами, возможностями, методическими подходами и приемами проведения концентрирования и разделения элементов; а также с теоретическими основами разработки, создания и совершенствования методик анализа различных объектов;

углубление знаний студентов с учетом современных научных достижений о методах и средствах хемометрики, привить навыки планирования эксперимента и обработки его результатов в соответствии с существом решаемой задачи, дать понятия о метрологической стороне организации работы химической лаборатории и контроле качества результатов химического анализа.

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

#### ***Общая характеристика и классификация методов разделения, концентрирования, определения и анализа***

##### *Общая характеристика и классификация методов разделения, концентрирования*

Методы разделения, концентрирования, определения и анализа в аналитической химии, их классификация, влияние на метрологические характеристики методик анализа и их эффективность. Единство физико-химических основ методов. Особенности определения низких содержаний компонентов. Осаждение и соосаждение. Экстракция. Сорбция. Дистилляция, флотация, пробирная плавка. Хроматография.

Применение методов разделения и концентрирования. Количественные характеристики методов: степень извлечения, фактор обогащения, коэффициент разделения. Примеры разделения и концентрирования элементов методами осаждения и соосаждения.

##### ***Взаимосвязь методов разделения, концентрирования, определения и анализа***

Классификации видов химического анализа: количественный и качественный; по масштабу работы, объему или массе пробы; по природе обнаруживаемых или определяемых частиц; по характеру измеряемого свойства или по способу регистрации соответствующего сигнала и т.п. Комбинированные и гибридные методы анализа. Аналитический сигнал, градуировочная функция. Основные понятия химической метрологии: погрешность, воспроизводимость, правильность, чувствительность, селективность. Экстракция. Сорбция. Осаждение и соосаждение.

Обработка результатов химического эксперимента. Статистические методы оценки воспроизводимости. Методы оценки правильности. Случайная и систематическая погрешность, дисперсия и доверительный интервал, стандартное отклонение, оценка однородности дисперсий, объединение выборок. Источники систематических погрешностей. Методы оценки систематических погрешностей.

##### ***Совершенствование методов и методик анализа***

##### *Теоретические основы методов и методик анализа*

Разработка основ теоретических методов определения состава объектов. Принципы, положенные в основу методов, количественное выражение связи между составом и каким-либо определяемым и измеряемым свойством. Методика анализа как подробное описание разделения и определения компонентов заданного объекта с использованием определенного метода анализа.

Приемы осуществления методов, включая выявление и устранение помех. Устройства для практической реализации и способы обработки результатов измерений. Роль методов разделения и концентрирования в анализе различных объектов, влияние на метрологические характеристик методик анализа и их эффективность.

##### *Анализ реальных объектов*

Анализ качества и безопасности пищевых продуктов, напитков и фармацевтических препаратов. Анализ объектов окружающей среды. Особенности анализа реальных объектов: многокомпонентность проб, наличие мешающих веществ, неустойчивость и возможность загрязнения проб, отсутствие эталонов. Сопоставление и выбор методов анализа. Аналитический цикл анализа: отбор проб, их обработка и подготовка к анализу, проведение анализа, обработка результатов.

Определение компонентов реальных объектов (пищевые продукты и напитки, фармацевтические препараты, природные воды, почва, минеральное сырье и т.п.) химическими и физико-химическими методами анализа.

Подбор методов и методик определения и анализа различных объектов, установление границ их применимости, оценка методик и адаптация под реальные условия эксперимента в лаборатории. Совершенствование методик анализа различных объектов. Обработка результатов химического эксперимента. Определение метрологических характеристик.

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

способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- теоретические основы методов разделения, концентрирования, определения и анализа, их место в ряду других методов исследования, а также взаимосвязь с методами аналитической химии в целом и с другими фундаментальными химическими дисциплинами;
- основы теории вероятностей и математической статистики, дисперсионного анализа, методов планирования эксперимента, оценку метрологических и других характеристик;

*уметь:*

- реализовать возможности методов разделения, концентрирования, определения и анализа как на этапе планирования эксперимента, так и для прогнозирования поведения реальных химических систем;
- практически применять методы и средства химического и физико-химического анализа, методов химической метрологии и хемометрики в химическом анализе, ориентироваться в них

*владеть:*

- навыками методов разделения, концентрирования, определения и анализа при разработке новых аналитических методик и реализации описанных;
- методами и средствами хемометрики для решения задач химического анализа, оценки метрологических и других характеристик;
- навыками создания и совершенствования методов и методик анализа различных объектов.

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

5 зачетных единиц (180 часов).

#### **7. Форма контроля:**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.).