

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и  
интернационализации образования  
В.И.Кочин

30 января 2025 г.

Регистрационный № 349-BM

Программа вступительных испытаний  
при поступлении для получения углубленного высшего образования

Специальность 7-06-0531-01 Химия

2025 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

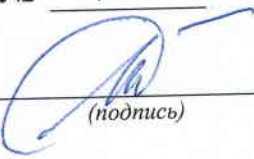
Савицкая Татьяна Александровна, д.х.н., профессор кафедры физической химии и электрохимии;  
Ковальчук-Рабчинская Татьяна Вячеславовна, к.х.н., заместитель декана по учебной работе и образовательным инновациям;  
Зураев Александр Викторович, к.х.н., декан

**РАС`СМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой физической химии

Протокол от 16.01.2025 № 7

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Е.А.Стрельцов

(инициалы, фамилия)

Советом факультета

Протокол от 27.01.2025 №       

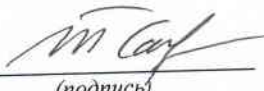
Председатель Совета

  
(подпись)

Зураев А.В.

(инициалы, фамилия)

Ответственный за редакцию

  
(подпись)

Савицкая Т.А.

(инициалы, фамилия)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания по специальности 7-06-0531-01 Химия (профилизация «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов» и профилизация «Хемоинформатика») и методические рекомендации составлены с учётом требований к вступительным испытаниям, установленных Министерством образования Республики Беларусь.

### **Цель и задачи вступительного испытания**

Целью основного вступительного испытания по химии при поступлении в магистратуру является проверка уровня знаний фундаментальных основ химии.

Задачами основного вступительного экзамена являются:

1. Выявление аналитических способностей претендента;
2. Распознавание умения выполнять творческие задания;
3. Контроль умения структурировать информацию при ответе на вопрос билета;
4. Проверка владения основами естественнонаучного мировоззрения и химической картины мира.

### **Требования к уровню подготовки поступающих**

На обучение по образовательным программам углубленного высшего образования принимаются лица, имеющие высшее образование. Уровень основного образования лиц, поступающих для получения углубленного высшего образования: высшее образование I ступени.

Программа вступительного испытания направлена на подтверждение наличия необходимых для успешного освоения образовательной программы углубленного высшего образования следующих компетенций:

#### ***универсальные:***

- Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;
- Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий;
- Осуществлять коммуникации на иностранном языке для решения задач межличностного, профессионального и межкультурного взаимодействия;
- Работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия;
- Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности;
- Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;
- Обладать гуманистическим мировоззрением, качествами гражданственности и патриотизма;
- Обладать современной культурой мышления, уметь использовать основы философских знаний в профессиональной деятельности;

- Выявлять факторы и механизмы исторического развития, определять общественное значение исторических событий;
- Анализировать социально-экономические явления и процессы, происходящие в обществе и в мире, применять экономические и социологические знания в практической профессиональной деятельности;
- Осуществлять коммуникации в устной и письменной формах на белорусском языке для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия и производственных задач;

***базовые профессиональные:***

- Использовать фундаментальные разделы математики (математический анализ, аналитическую геометрию, дифференциальные уравнения, теорию вероятности и математическую статистику) для решения задач специального содержания;
- Характеризовать химические явления и процессы на основании законов и физических моделей механики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики;
- Применять основные понятия, законы и теории неорганической химии при характеристике состава, строения, химических свойств простых веществ и неорганических соединений, планировать и осуществлять эксперимент по синтезу неорганических веществ с использованием методических указаний и литературных источников;
- Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры, готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям;
- Проводить качественный и количественный анализ химических соединений и их смесей в соответствии со спецификой групповых и индивидуальных свойств составляющих их компонентов;
- Характеризовать состав, строение и свойства представителей основных классов органических соединений, механизмы важнейших органических реакций, планировать и осуществлять эксперимент по синтезу простых органических веществ с использованием методических указаний и литературных источников;
- Применять основные постулаты, положения и законы физической химии для планирования и проведения физико-химического и электрохимического эксперимента, определения физико-химических характеристик веществ, оптимальных условий протекания химических процессов;
- Оценивать механизмы и способы полимеризации, структуру и свойства полимеров и сополимеров;
- Анализировать коллоидно-химические закономерности образования и устойчивости дисперсных систем, механизмы и роль поверхностных явлений, возникающих на границе раздела фаз;
- Характеризовать химические, физические и технические аспекты типовых химико-технологических процессов с учетом сырьевых и энергетических затрат;

- Применять основные методы защиты населения от негативных факторов антропогенного, техногенного, естественного происхождения, принципы рационального природопользования и энергосбережения, обеспечивать здоровые и безопасные условия труда.

Содержание программы носит комплексный и междисциплинарный характер и ориентировано на выявление у поступающих общепрофессиональных и специальных знаний и умений.

Поступающий в магистратуру по специальности 1-31 80 06 Химия профилизация Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов должен и профилизация «Хеометрика»:

**знать:** строение неорганических и органических веществ, их характерных превращений, в том числе лежащих в основе методов получения данных веществ; механизм и стереохимию реакций с участием органических соединений; законы термодинамики и кинетики; причины различия свойств низко- и высокомолекулярных соединений, принципы регулирования свойств и строения макромолекул; физико-химические методы анализа веществ и материалов, принципы функционирования измерительных приборов, способы оценки погрешности метода и результатов измерений, а также вероятных источников погрешности.

**уметь:** структурировать информацию, разрабатывать стратегию синтеза и дизайна новых и известных химических соединений, создания новых конструкционных материалов; устанавливать взаимосвязь между физико-химическими характеристиками функциональных материалов и условиями их эксплуатации; прогнозировать свойства веществ и материалов на основе знания основных законов различных областей химии.

**владеть:** методологией исследования свойств неорганических и органических веществ, высокомолекулярных соединений и принципами их использования; навыками самостоятельного подбора веществ и материалов для эффективного использования в разнообразных технологических процессах и научных исследованиях; концепцией оценки и прогнозирования уменьшения воздействия химических веществ на окружающую среду и человека для достижения целей устойчивого развития.

### **Описание формы и процедуры вступительного испытания**

Вступительное испытание является процедурой конкурсного отбора и условием приёма на обучение II ступени высшего образования.

Организация проведения конкурса и приёма лиц для получения углубленного высшего образования осуществляет приёмная комиссия в соответствии с Положением о приёмной комиссии учреждения высшего образования, утверждаемым Министерством образования и Правилами приёма лиц для получения углубленного высшего образования в БГУ.

Конкурсы на получение углубленного высшего образования в очной и заочной формах получения образования за счёт средств бюджета и на платной основе проводятся отдельно.

Вступительные испытания проводятся по утверждённому председателем приёмной комиссии БГУ расписанию.

Проведение вступительного испытания осуществляется в форме устного экзамена на русском или белорусском языке.

Состав экзаменационной комиссии утверждается приказом ректора БГУ.

При проведении вступительного испытания в устной форме время подготовки абитуриента к ответу не менее 30 минут и не должно превышать 90 минут, а продолжительность ответа не более 15 минут. Для уточнения экзаменационной оценки абитуриенту могут быть заданы дополнительные вопросы в соответствии с программой вступительного испытания.

Оценка знаний лиц, поступающих для получения углубленного высшего образования (образовательная программа магистратуры), осуществляется по десятибалльной шкале, положительной считается отметка не ниже «шести».

При проведении вступительного испытания в устной форме экзаменационная отметка объявляется сразу после завершения опроса абитуриента.

### **Характеристика структуры экзаменационного билета**

Экзаменационный билет состоит из вопросов по учебной дисциплине «Химия».

Экзаменационный билет состоит из двух частей теоретической (2 вопроса) и практической (ситуационная задача), позволяющих оценить полученные в процессе обучения на I ступени высшего образования (образовательная программа бакалавриата) знания и практические навыки.

#### **Критерии оценивания ответа на вступительном испытании:**

При оценке ответа учитываются следующие параметры:

10 баллов

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания, а также по вопросам, выходящим за их пределы;

точное использование научной химической терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

безупречное владение инструментарием учебных дисциплин, умение его эффективно использовать в постановке и решении профессиональных задач;

выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;

полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по химии;

умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях, давать им критическую оценку;

использовать научные достижения других смежных наук (физики, биологии).

#### 9 баллов

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

владение инструментарием, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;

полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях всех разделов химии и давать им аналитическую оценку.

#### 8 баллов

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

владение инструментарием, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;

полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по химии и давать им аналитическую оценку.

#### 7 баллов

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать обоснованные выводы и обобщения;

владение инструментарием, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

свободное владение типовыми решениями в рамках программы;

усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях химии и давать им аналитическую оценку.

#### 6 баллов

достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания;

использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать обобщения и обоснованные выводы;

владение инструментарием, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;

усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях химии и давать им сравнительную оценку.

#### 5 баллов

достаточные знания в объеме программы вступительного испытания;

использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать выводы;

владение инструментарием, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;

усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях химии и давать им сравнительную оценку.

#### 4 балла

достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

использование научной терминологии, логическое изложение ответов на вопросы билета, умение делать выводы без существенных ошибок;

владение инструментарием учебных дисциплин, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях химии и давать им оценку.

#### 3 балла

недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

знание части основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;



использование научной терминологии, изложение ответов на вопросы билета с существенными логическими ошибками;  
слабое владение инструментарием химии;  
некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;  
неумение ориентироваться в основных теориях и концепциях.

2 балла

фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования;

знание отдельных литературных источников, рекомендованных программой вступительного испытания;

неумение использовать научную терминологию, наличие в ответе грубых логических ошибок.

1 балл

отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта высшего образования;

отказ от ответа;

неявка на вступительное испытание без уважительной причины.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Раздел 1. Введение

**Тема 1.1.** *Место современной химии в системе наук естественнонаучного цикла.*

Связь химии с физикой. Методы и приемы классической физики, используемые в современной химии. Взаимосвязь физики и неорганической, органической, радиационной химии, а также фото- и электрохимии. Взаимосвязь химии и биологии. Роль математики в современной химии. Математизация и теоретизация химии. Взаимосвязь химии с другими естественными науками.

**Тема 1.2.** *Основные черты и задачи современной химии.*

Поиск, синтез и дизайн новых химических соединений, создание конструкционных материалов будущего. Классификация материалов по составу, структуре, свойствам и областям применения. Модифицирование и замена существующих и используемых материалов. Проектирование материалов с заданными функциональными свойствами для целенаправленного использования в различных отраслях производства и потребления. Физико-химические характеристики функциональных материалов. Механические, трибологические, защитно-коррозионные свойства материалов, гидрофильно-гидрофобные свойства поверхности твердых тел. Общие принципы и закономерности управления

функциональными свойствами поверхности широко используемых на практике материалов.

## **Раздел 2. Общие закономерности химических процессов**

### **Тема 2.1. Постулаты и законы химической термодинамики.**

Функции состояния: температура, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, энергии Гиббса и Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через характеристические функции. Энергетика химических реакций, основные законы термохимии и термохимические расчеты, теплоёмкость газов, жидкостей и кристаллов.

### **Тема 2.2. Условия равновесия и термодинамика фазовых превращений одно- и многокомпонентных неизолированных систем.**

Химический потенциал компонента в идеальных и реальных конденсированных и газовых системах, выбор стандартного состояния. Растворимость твердых тел и газов в жидкостях, влияние различных факторов на растворимость, произведение растворимости. Типы растворов, их термодинамическая классификация, свойства идеальных растворов. Активность, коэффициент активности и способы их определения. Ограниченная и полная взаимная растворимость компонентов в различных фазовых состояниях. Диаграммы состояния.

### **Тема 2.3. Коллоидное состояние вещества.**

Особенности свойств дисперсных систем и их классификация. Получение и молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость. Основы термодинамического описания поверхностных явлений. Поверхностное натяжение, адгезия, смачивание, флотация, капиллярное давление. Адсорбция, уравнения адсорбции, изотерма адсорбции.

### **Тема 2.4. Неравновесные явления в растворах электролитов**

Диффузия и миграция ионов в растворе. Электропроводность растворов электролитов, кондуктометрия. Равновесные электродные процессы. Понятие о скачке потенциала на границе раздела фаз. Электрохимический потенциал. Образование и строение двойного электрического слоя. Электрокинетические явления. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Классификация электродов и электрохимических цепей. Термодинамика обратимых электрохимических систем. ЭДС гальванического элемента и её измерение. Электрохимическая коррозия металлов. Кинетика электродных процессов, поляризация электродов. Стадии электродного процесса. Плотность тока обмена как мера скорости электродного процесса. Электрохимические процессы в промышленности.

### **Тема 2.5. Условия равновесия систем с химическими реакциями.**

Константа равновесия и изменение энергии Гиббса химической реакции, их вычисление в идеальных и реальных системах. Смещение химического равновесия, определение направления процесса в системе заданного состава. Влияние температуры и давления на химическое равновесие. Основные понятия химической кинетики: скорость, константа скорости, порядок и

молекулярность химической реакции. Основной постулат химической кинетики и его применение к простым и сложным химическим реакциям, кинетические уравнения для реакций различных порядков. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса, понятие об энергии активации и методах ее определения.

Теории химической кинетики: теория активных соударений и теория активированного комплекса. Понятие о поверхности потенциальной энергии реагирующих частиц. Термодинамический аспект теории активированного комплекса.

Реакционная способность, кинетика и механизм реакций неорганических соединений в водных растворах. Алгоритм кинетического исследования (выявление механизма на основании результатов кинетического исследования). Кинетическое исследование с помощью изолирования. Исследование с помощью меченых атомов.

Реакции замещения неорганических соединений в растворах. Механизм замещения в координационных соединениях (ассоциативный и диссоциативный пути протекания процесса, механизм диссоциативной активации и ассоциативной активации).

Особенности кинетики цепных, фотохимических и топохимических реакций: предельные явления в кинетике цепных реакций, основные законы фотохимии и понятие квантового выхода, механизмы топохимических реакций.

Равновесие в растворах электролитов. Классификация электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Основы теории Дебая-Гюккеля, ионная сила раствора и средний ионный коэффициент активности. Современные теории кислот и оснований

#### **Тема 2.6. Понятие о катализе и катализаторах.**

Гомогенный и гетерогенный катализ. Энергетические профили каталитических реакций. Основы теории гетерогенного катализа. Физико-химические основы технологии производства аммиака, серной и азотной кислот.

### **Раздел 3. Строение атома. Строение и свойства молекул**

#### **Тема 3.1. Волновая теория строения атома.**

Волновая функция, радиальная и угловые части. Квантовые числа. Многоэлектронный атом. Принцип Паули. Правило Хунда. Электронные конфигурации атомов. Основное и возбужденные электронные состояния атомов. Спектры атомов. Межэлектронные и спин-орбитальные взаимодействия. Термы многоэлектронного атома. Радиусы атомов и закономерности их изменения. Периодичность изменения энергии ионизации и энергии сродства к электрону.

#### **Тема 3.2. Явление радиоактивности.**

Устойчивость ядер. Важнейшие типы радиоактивных превращений ядер. Закон радиоактивного распада. Постоянные распада. Природная и искусственная радиоактивность.

### **Тема 3.3. Способы описания и свойства молекул.**

Методы исследования и способы описания геометрических параметров молекул. Симметрия молекул. Основные виды изомерии молекул и принципы динамической стереохимии. Энергетические параметры молекул. Понятие об энергиях образования молекул. Энергетические состояния: электронные, колебательные и вращательные спектры молекул. Магнитные свойства молекул. Спектры электронного парамагнитного резонанса и ЯМР спектры – принципы и возможности исследования структуры и свойства молекул.

## **Раздел 4. Химическая связь**

### **Тема 4.1 Основные типы химической связи.**

Ковалентная, ионная, металлическая. Многоцентровая связь,  $\delta$  - и  $\pi$  - связи. Ковалентная связь. Квантово-химическая трактовка природы химических связей и строения молекулы. Химическая связь в молекуле водорода. Основные положения теорий валентных связей и молекулярных орбиталей. Их сравнительные возможности. Концепция гибридизации атомных орбиталей. Концепция отталкивания электронных пар. Пространственная конфигурация молекул и ионов.

### **Тема 4.2 Количественные характеристики химической связи.**

Порядок, энергия, длина, степень ионности, дипольный момент, валентный угол. Трактовка ионной связи на основе электростатических представлений. Особенности химической связи в комплексных соединениях. Донорно-акцепторный и дативный механизм её образования. Метод валентных связей и его недостатки в применении к координационным соединениям. Теории кристаллического поля и МО в применении к комплексным соединениям. Силы Ван-дер-Ваальса. Водородная связь.

## **Раздел 5. Строение и свойства неорганических соединений**

### **Тема 5.1. s- и p-Элементы.**

Типы химических связей. Образование катионных форм. Химия водных растворов. Оксиды, гидроксиды, соли. Общая характеристика. Особенности химии s-элементов II периода. Валентность и степени окисления атомов. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации и сродства к электрону по периодам и группам. Образование катионных и анионных форм, комплексообразование. Особенности свойств p-элементов II и V периодов.

Простые вещества, образуемые p-элементами. Аллотропия и полиморфизм. Химические свойства галогенов, кислорода, озона, халькогенов, азота, фосфора, углерода, кремния.

### **Тема 5.2. d-Элементы.**

Валентность и степени окисления атомов. Изменение атомных радиусов и энергий ионизации по группам, периодам. Особенности изменения химических свойств d-элементов по группам и периодам по сравнению с p-элементами. Образование катионных и анионных форм, комплексообразование.

### **Тема 5.3. Основные классы соединений элементов.**

Гидриды. Типы гидридов: солеобразные, полимерные, летучие, гидриды внедрения. Типичные примеры и общая характеристика свойств каждой группы гидридов. Гидридокомплексы.

Оксиды. Типы оксидов: оксиды с ионной, молекулярной и полимерной структурой. Нестехиометрические оксиды. Кислотные, основные, амфотерные оксиды. Их отношение к воде, кислотам, щелочам. Окислительно-восстановительные свойства оксидов. Двойные оксиды. Пероксиды. Надпероксиды. Озониды.

Гидроксиды. Типы гидроксидов: гидроксиды с ионной, молекулярной, полимерной структурой. Кислоты, основания и амфотерные гидроксиды. Кислотно-основные свойства гидроксидов s-, p-, d-элементов изменение по периодам и группам, в зависимости от степени окисления элемента.

Соли. Соли кислородсодержащих и бескислородных кислот. Склонность элементов к вхождению в состав солей в катионной и анионной формах в зависимости от химической природы элемента и степени окисления. Простые и комплексные соли. Кристаллогидраты. Гидролиз солей.

Галогениды, их типы и характерные свойства.

Сульфиды. Их свойства.

Карбиды и нитриды, их свойства.

Комплексные соединения. Типичные комплексообразователи и лиганды. Пространственная конфигурация комплексных ионов. Особенности диссоциации комплексных соединений в растворе. Карбонилы металлов. Хелатные комплексы. Многоядерные комплексы.  $\pi$ -комплексы. Равновесия комплексообразования. Факторы, определяющие состояние равновесия: природа центрального атома и лиганда, pH, ионная сила, температура. Ионные ассоциаты.

### **Тема 5.4. Периодический закон химических элементов как основа химической систематики.**

Периодичность изменения свойств элементов и образуемых ими соединений.

## **Раздел 6. Строение и свойства органических соединений**

### **Тема 6.1. Состав и строение органических соединений.**

Изомерия. Номенклатура. Электронные и пространственные эффекты в органических молекулах. Классификация реагентов и реакций. Стереохимия соединений с одним асимметрическим атомом. Хиральность. Энантиомеры, рацематы. R,S-номенклатура

### **Тема 6.2. Основные классы органических соединений.**

Углеводороды. Алканы. Конформационная изомерия. Важнейшие свободнорадикальные реакции алканов. Нефть, ее состав и переработка. Особенности строения и химических свойств циклоалканов.

Алкены, методы синтеза и общие представления о реакционной способности. Присоединение электрофильных реагентов по двойной связи. Правило Марковникова и его интерпретация. Реакции по аллильному положению. Полимеризация алкенов как важный метод получения высокомолекулярных соединений.

Алкадиены. Сопряженные диены, особенности их строения и свойств. Каучуки.

Алкины. Методы синтеза и важнейшие свойства алкинов. Ацетилен.

Ароматические углеводороды. Промышленные источники аренов, их химические свойства и применение. Механизм и закономерности реакций электрофильного замещения в ароматическом ядре.

Галогенпроизводные углеводородов. Методы получения. Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования: влияние строения галогеналкана, природы и концентрации нуклеофила и основания, природы растворителя. Особенности реакционной способности арилгалогенидов. Получение литий- и магнийорганических соединений, их применение в органическом синтезе.

Спирты и фенолы. Методы получения и сравнительная характеристика химических свойств. Этиленгликоль. Глицерин. Лавсан. Антиоксиданты. Фенолформальдегидные смолы. Простые эфиры. Методы синтеза и свойства. Диэтиловый эфир.

Альдегиды и кетоны. Методы получения важнейших представителей, их свойства. Енолизация альдегидов и кетонов. Альдольная конденсация и родственные процессы. Реакции альдегидов и кетонов с гетероатомными нуклеофилами.  $\alpha, \beta$ -непредельные карбонильные соединения.

Углеводы. Важнейшие представители моносахаридов, их строение и важнейшие свойства. Дисахариды и полисахариды: сахароза, крахмал, целлюлоза.

Карбоновые кислоты и их производные: методы синтеза, взаимные превращения. Сложные эфиры. Реакции этерификации и гидролиза сложных эфиров, их механизм. Жиры, их состав. Гидрирование и гидролиз жиров. ПАВ. Непредельные карбоновые кислоты и полимеры на их основе.

Гидроксикислоты, особенности их пространственного строения. Природные гидроксикислоты.

Нитросоединения. Способы получения и важнейшие свойства. Продукты восстановления нитросоединений.

Амины. Типы аминов и их свойства. Особенности свойств ароматических аминов. Реакция диазотирования и её значение в органическом синтезе.

Аминокислоты, их стереохимия, роль в природе. Представление о составе и структуре белков. Синтетические полиамиды и полипептиды.

Гетероциклические соединения, общие принципы их классификации. Важнейшие пяти- и шестичленные гетероароматические соединения с одним гетероатомом. Особенности их химических свойств.

**Тема 6.3.** *Методы выделения и очистки органических веществ .*

Представление об использовании ИК, ПМР, масс-, УФ спектроскопии для установления строения органических соединений.

**Тема 6.4.** *Высокомолекулярные соединения.*

Принципы получения высокомолекулярных соединений, регулирования состава и структуры макромолекул. Поликонденсация. Синтез, структура, свойства и применение высокомолекулярных соединений, синтезированных путём поликонденсации. Радикальная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Координационно-ионная полимеризация. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Синтез, структура, свойства и применение высокомолекулярных соединений, синтезированных путем полимеризации. Полимераналогичные превращения. Деструкция высокомолекулярных соединений. Сшивание высокомолекулярных соединений. Синтез и свойства привитых сополимеров.

Основные различия между свойствами низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений. Гибкость макромолекул. Структура и надмолекулярная организация полимеров. Агрегатные, фазовые и физические состояния высокомолекулярных соединений. Макромолекулы в растворах: термодинамическое поведение и гидродинамические свойства. Методы синтеза полимеров. Химические превращения и модификация полимеров. Роль полимеров в живой природе и их значение как полимерных материалов.

## **Раздел 7. Методы разделения, обнаружения и определения веществ**

**Тема 7.1.** *Аналитическая классификация ионов и периодическая система химических элементов.*

Сульфидный, кислотно-щелочной и аммиачно-фосфатный методы разделения катионов. Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования. Факторы, определяющие межфазный перенос компонентов в экстракционных и сорбционных системах.

**Тема 7.2.** *Методы физико-химического анализа.*

Хроматография. Принципы хроматографического разделения. Параметры хроматограмм. Газовая, жидкостная и сверхкритическая флюидная хроматография. Хромато-масс-спектральный анализ. Титриметрия. Кислотно-основное, комплексометрическое и электрохимическое титрование. Кривые титрования. Индикаторы. Гравиметрия. Варианты гравиметрии: методы осаждения, отгонки, выделения. Термогравиметрия. Реагенты-осадители: минеральные, органические. Электроанализ: потенциометрия, вольтамперометрия, кулонометрия.

Оптические методы анализа. Атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный и молекулярно-абсорбционный анализ. Реагенты и реакции в фотометрическом анализе. Экстракционно-фотометрический анализ.

Радиоактивационный анализ. Масс-спектральный анализ. Рентгеновская фотоэлектрическая спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия.

Спектральные методы анализа и исследования, люминесцентный, ЭПР- и ЯМР-спектроскопия.

Основы рентгеноструктурного анализа. Дифракция рентгеновских лучей. Определение параметров решетки и симметрии кристалла.

## **Раздел 8. Химическая экология**

**Тема 8.1.** *Проблема взаимодействия человека с окружающей средой.*

Человек и биосфера. Круговорот веществ и энергии в биосфере. Загрязнение окружающей среды. Предельно допустимые нормы содержания вредных веществ в биосфере. Мониторинг окружающей среды. Коллоидно-химические основы защиты окружающей среды. Стратегии решения экологических проблем. Концепция более чистого производства. Создание системы переработки отходов. Очистка сточных вод. Очистка газовых выбросов.

**Тема 8.2.** *Химическая экология и «зеленая» химия.*

Основные понятия и определения. Принципы «зеленой» химии. «Зеленые» метрики химических реакций. Принципы «зеленого» дизайна.

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Основная литература:**

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник [для вузов] / Н. С. Ахметов. - Изд. 12-е, стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2021. - 743 с.
2. Клындюк, А. И. Физическая химия : учебник для студ. учреждений высшего образования по группе специальностей "Химическая инженерия и процессы, технологии в области охраны окружающей среды" / А. И. Клындюк, Г. С. Петров, Е. А. Чижова. - Минск : Адукацыя і выхаванне, 2024. - 438 с.
3. Гельфман, М. И. Коллоидная химия : учебник для вузов / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. - Изд. 9-е, стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2024. - 332 с.
4. Травень, В. Ф. Органическая химия : учебное пособие для студ. высших учебных заведений : в 3 т. / В. Ф. Травень. - 11-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - Т. 1. - 2024. - 368 с.
5. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров : учебное пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с.



6. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное пособие для студентов высших учебных заведений по фармацевтическим и химическим специальностям / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. - 2-е изд. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. - 541 с.
7. Хаханина, Т. И. Химия окружающей среды : учебник для вузов / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, И. Н. Петухов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 233 с

#### **Дополнительная литература:**

1. Химия элементов и соединений / В. И. Ермолаева, В. М. Горшкова, Л. Е. Слынько, Н. Н. Дзуличанская. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 208 с.
2. Крешков, Анатолий Павлович. Основы аналитической химии : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов : [в 3 кн.] / А. П. Крешков. - Изд. 4-е, перераб., стер. - Москва : Альянс, 2020. - [Кн.] 1 : Теоретические основы. Качественный анализ. - 2020. - 472 с.
3. Крешков, А. П. Основы аналитической химии : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов : [в 3 кн.] / А. П. Крешков. - Изд. 4-е, перераб., стер. - Москва : Альянс, 2020. - [Кн.] 2 : Теоретические основы. Количественный анализ. - 2020. - 480 с.
4. Крешков, А. П. Основы аналитической химии : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов : [в 3 кн.] / А. П. Крешков. - Изд. 2-е, перераб., стер. - Москва : Альянс, 2020. - [Кн.] 3 : Физические и физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2020. - 488 с.
5. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров : учебное пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с.