

Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НИР



Шара И.К. Шаранхаев

«28» марта 2014 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

по специальности 02.00.03 Органическая химия

Программа обсуждена на заседании кафедры неорганической и органической химии

«19» февраля 2014 г. Протокол № 3 Хай Хайкина Е.Г.

Программа утверждена на Ученом совете химического факультета

«28» 03 20 14 г. Баторова Баторова Г.Н.

Составители программы:

Доктор химических наук, профессор Могнонов Могнонов Д.М.

Доктор химических наук, профессор Хахинов Хахинов В.В.

## *1. Пояснительная записка*

Программа предназначена для поступающих в аспирантуру ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет» по специальности 02.00.03 Органическая химия.

Программа подготовлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению «Химия», специализация «Органическая химия».

Цель вступительного экзамена в аспирантуру – проверка профессиональных компетенций и навыков будущего аспиранта в одном из важнейших направлений химической науки, определение личностных качеств поступающего, способствующих его творческой активности, общекультурному росту и мобильности: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, самостоятельности, настойчивости в достижении цели, навыков организационно-управленческой деятельности, позволяющих выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности и быть устойчивым на рынке труда.

Требования к поступающим в аспирантуру по специальности 02.00.03 Органическая химия.

К конкурсному отбору по данной специальности допускаются лица, имеющие степень магистра и высшее профессиональное образование по программе специалитета.

Поступающий должен:

*знать*

основы современных представлений органической химии;

*уметь*

самостоятельно ставить задачу исследования;

выбирать оптимальные пути и методы планирования эксперимента;

использовать фундаментальные знания органической химии в области смежных дисциплин;

самостоятельно работать с учебной и справочной литературой;

адаптировать знания, накопленные при изучении курса «Органическая химия», к решению конкретных задач, связанных с профессиональной деятельностью;

*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.

Структура программы состоит из разделов органической химии, теоретических основ органической химии, основ органического синтеза и физико-химических методов анализа органических соединений.

## *2. Содержание программы*

Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Основные источники органического сырья. Краткие сведения о методах выделения, очистки и идентификации органических соединений. Представление о радикалах и функциональных группах. Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Валентность атомов в органических молекулах, простые и кратные связи. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений.

Структурная изомерия и ее основные разновидности. Понятие о пространственной изомерии. Значение теории строения для развития органического синтеза. Электронные представления в органической химии. Представление о распределении электронной плотности в молекуле, способах ее изображения и электронных эффектах атомов и многоатомных групп.

Основные классы органических соединений. Функциональный анализ органических соединений и особенности электронного строения функциональных групп. Современные методы синтеза органических соединений, основы ретросинтетического анализа. Химические свойства органических соединений, обусловленные наличием функциональных групп различной природы. Полифункциональные органические соединения, в том числе – природные. Основы химии природных соединений (сахаров, аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, стероидов).

Понятие о химической функции, классификация органических соединений и основы современной номенклатуры органических соединений. Строение органических соединений (гибридизация углерода в органических соединениях, атомные и молекулярные орбитали, природа связей в органических соединениях электронные эффекты заместителей). Органические реакции и их механизмы (кинетика, термодинамика, стереохимический результат). Оптическая изомерия. Способы изображения пространственного строения органических молекул (клиновидные проекции, проекции Ньюмена и стереохимические формулы Фишера). Физико-химические методы исследования строения органических соединений (ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, рентгеноструктурный анализ).

Предельные углеводороды, гомологический ряд, номенклатура, алкильные радикалы, основные способы получения. Промышленный синтез алканов, реакция Вюрца. Электронное строение насыщенных углеводородов, пространственное строение алканов. Химические свойства алканов как основа методов переработки углеродного сырья. Термические превращения алканов, гомолитический тип разрыва связей, свободные радикалы, их электронное строение и относительная стабильность, превращение свободных радикалов в условиях термолиза. Каталитические превращения алканов, гетеролитический тип разрыва связей, карбокатионы, их электронное строение и превращения. Цепные свободнорадикальные

реакции алканов (галогенирование, окисление, нитрование, сульфохлорирование, сульфоокисление) и их техническое значение. Основные пути использования насыщенных углеводородов.

Алкены, гомологические ряды, номенклатура. Способы образования двойной связи, промышленное получение олефинов путем термических превращений насыщенных углеводородов, дегидрогалогенирование и правило Зайцева, дегалогенирование, дегидратация, термическое разложение четвертичных аммониевых оснований, превращение карбонильной группы в двойную углерод-углеродную связь по реакции Виттига. Физические свойства и спектральные характеристики алкенов. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения кислот, галогенводородов, воды, галогенов, галогеналкилов. Ориентация в реакциях присоединения электрофильных агентов (правило Марковникова) и ее интерпретация на основе представлений о механизме реакции и относительной стабильности изомерных карбокатионов. Реакции радикального присоединения. Полимеризация алкенов, ее разновидности как проявление основных типов превращений олефинов. Теломеризация. Олефины и их производные как основное сырье в производстве полимерных материалов. Реакции алкенов, протекающие с сохранением двойной связи: аллильное галоидирование, окисление, окислительный аммонолиз.

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

Изомерия и номенклатура алкинов. Способы образования тройной связи, основанные на реакциях дегидрогалогенирования. МО-описание тройной связи на основе представления о  $sp$ -гибридизации АО атома углерода (качественная картина). Физические свойства и основные спектральные характеристики алкинов. Химические свойства алкинов: каталитическое гидрирование, восстановление натрием в жидком аммиаке, гидратация (реакция Кучерова), присоединение спиртов, карбоновых кислот, галогенводородов, цианистого водорода и синтетическое значение этих реакций. Нуклеофильное присоединение к тройной связи и значение этих реакций для синтеза виниловых производных. Превращение ацетилена

в винилацетилен, реакции присоединения к тройной связи винилацетилена и их синтетическое значение. Окислительные превращения алкинов. Кислотные свойства алкинов-1, ацетилениды, использование кислотных свойств алкинов и реакций ацетиленидов для синтеза соединений, содержащих тройную связь.

Бензол и его гомологи, изомерия, номенклатура. Источники ароматических углеводородов.  $\pi$ -МО орбитали бензола, понятие ароматичности, правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы. Физические свойства и основные спектральные характеристики бензола и его гомологов. Реакции электрофильного замещения (изотопный обмен, сульфирование, нитрование, галоидирование, алкилирование, ацилирование). Значение реакций электрофильного замещения как основы методов переработки ароматических углеводородов, их механизм, влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Реакции радикального замещения и присоединения.

Алкилбензолы, способы получения с использованием реакций алкилирования и ацилирования бензола, реакция Вюрца-Фиттига. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце и особенности ориентации в этих реакциях. Протонирование полиалкилбензолов, образование стабильных арениевых ионов. Реакции радикального замещения в боковой цепи, бензильная  $\pi$ -электронная система. Окислительные превращения, алкилбензолов, реакции дегидрирования и их промышленное значение для получения стирола и дивинилбензола, полимеризация и сополимеризация этих соединений, основные пути использования полимеров на их основе.

Моногалогенпроизводные алифатических углеводородов, их изомерия и номенклатура. Способы образования связи C-Hal: замещение атома водорода, реакции присоединения по кратной связи, замещение гидроксильной группы. Качественное описание электронной природы связи C-Hal на основе представления о характере локализованных  $\sigma$ -МО, образуемых атомами с разной электроотрицательностью. Полярность связи C-Hal и ее зависимость от природы атома галогена. Химические свойства моногалогеналканов: нуклеофильное замещение атомов галогенов и дегидрогалогенирование, общие черты и различия в механизме этих реакций, реакции типа  $S_N1$  и  $E1$ ,  $S_N2$  и  $E2$ , использование явления хиральности в изучении механизма реакций алифатического нуклеофильного замещения. Влияние структуры галогеналкила, природы нуклеофила (основания) и растворителя на соотношение различных направлений взаимодействия галогеналкилов с нуклеофилами (основаниями) и учет этих закономерностей в планировании синтеза. Образование комплексов галогеналкилов с кислотами Льюиса как способ увеличения нуклеофильной подвижности атомов галогенов в реакциях алкилирования ненасыщенных и ароматических углеводородов. Восстановление галогеналкилов и их взаимодействие с металлами. Соединения с повышенной подвижностью атома галогена. Аллил- и бензилгалогениды, способы их получения

и особенности химических свойств. Стабильные свободные радикалы и карбокатионы. Полигалогенпроизводные простейших углеводородов. Комбинация реакций галогенирования алканов, присоединения галогенов к ненасыщенным соединениям и дегидрогалогенирования как общий подход к синтезу полигалогеналканов на примере производных этана. Получение геминальных дигалогенпроизводных из карбонильных соединений и присоединением дигалокарбенов по двойной связи. Получение полифторпроизводных метана и этана, фреоны. Гексахлорциклогексан и его практическое значение. Бензалхлорид и бензотрихлорид, их гидролиз как пример синтетического использования полигалогенпроизводных алкилароматических углеводородов. Соединения с пониженной подвижностью атома галогена. Хлористый винил и хлоропрен, способы их получения и техническое значение. Полихлорированные производные этилена. Полифторированные производные этилена и полимеры на их основе.

Ароматические галогенпроизводные. Способы получения: галогенирование ароматических углеводородов, превращение солей диазония. Особенности протекания реакций нуклеофильного замещения в ароматическом ядре, представления об их механизме, катализ, влияние заместителей. Взаимодействие с металлами: получение металлорганических соединений, синтез алкилароматических соединений и диариллов. Эффекты атомов галогенов как заместителей в реакциях электрофильного замещения. Конденсация хлорбензола с хлоралем, ДДТ.

Полихлорпроизводные бензола: получение хлорированием бензола, взаимодействие с нуклеофильными реагентами, основные пути использования. Полихлорпроизводные дифенила и нафталина, их техническое значение. Способы получения из галогенпроизводных и углеводородов, обладающих достаточно высокой C–H-кислотностью. Природа связи углерод-металл. Химические свойства: взаимодействие с протонодонорными соединениями, галогенами, кислородом, галогенпроизводными углеводородов, карбонильными соединениями, производными карбоновых кислот и углекислотой. Использование в синтезе элементарноорганических соединений.

Одноатомные насыщенные спирты, классификация, номенклатура. Способы образования спиртовой гидроксильной группы: присоединение воды к двойной связи, гидролиз связи C–Hal, восстановление карбонильной и сложноэфирной групп, синтеза с использованием металлорганических соединений. Промышленные способы получения простейших алифатических спиртов, спиртов, содержащих от 7 до 20 атомов углерода. Электронная природа и полярность связей C–O и O–H, водородная связь, ее проявления в спектральных характеристиках и физических свойствах спиртов. Химические свойства: кислотные свойства и их роль в химических превращениях спиртов, образование и синтетическое использование алколюлятов, замещение гидроксильной группы при действии серной кислоты, галогенводородов и галогенангидридов минеральных кислот,

дегидратация, рассмотрение механизма этих реакций в свете общих представлений о механизме реакций нуклеофильного замещения и отщепления в алифатическом ряду. Синтез, свойства, синтетическое использование сложных эфиров минеральных кислот. Нуклеофильные свойства спиртов: присоединение к олефинам, ацетиленовым соединениям, образование простых эфиров, взаимодействие с карбонильными соединениями, карбоновыми кислотами и их производными. Окисление и дегидрирование спиртов. Основные пути применения.

Многоатомные спирты. Гликоли, способы их получения. Этиленгликоль, полиэтиленгликоли и их эфиры: свойства и основные пути использования. Пинаколиновая перегруппировка. Окисление гликолей. 1,4-Бутандиол. Глицерин: методы синтеза, основанные на использовании пропилена, образование простых и сложных эфиров, комплексов с ионами металлов, дегидратация. Применение глицерина и его производных. Представления о свойствах винилового спирта, кето-фенольная таутомерия. Производные винилового спирта как мономеры.

Фенол и его гомологи, номенклатура. Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление сульфокислот, гидролиз галогенпроизводных, замена аминогруппы на гидроксил через соли диазония, кумольный способ получения фенола. Химические свойства. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Рассмотрение ароматических окисоединений с позиций кетоенольной таутомерии и влияние ароматичности на положение таутомерного равновесия. Реакции электрофильного замещения: галоидирование, сульфирование, нитрование, алкилирование. 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. Перегруппировки алкиловых, аллиловых и сложных эфиров фенолов.

Многоатомные фенолы. Пирокатехин и гидрохинон: способы получения, восстановительные свойства, образование моно- и диэфиров, циклические эфиры пирокатехина. Представления о природных соединениях – производных пирокатехина. Резорцин: получение, реакции, характерные для фенолов, восстановление до дигидрорезорцина.

Способы образования карбонильной группы: окисление насыщенных и алкилароматических углеводородов, озонлиз и каталитическое окисление олефинов, оксосинтез, гидратация алкинов, гидролиз геминальных дигалогенпроизводных и виниловых эфиров, окисление и дегидрирование спиртов, окислительное расщепление гликолей. Синтез альдегидов и кетонов

из карбоновых кислот и их производных: восстановление галогенангидридов и нитрилов, реакции карбоновых кислот и их производных с металлорганическими соединениями, пиролиз солей карбоновых кислот и его каталитические варианты. Получение ароматических карбонильных соединений ацилированием ароматических углеводородов. Электронное строение карбонильной группы: качественное описание в терминах локализованных  $\sigma$ - и  $\pi$ -МО, распределение электронной плотности.

Азотсодержащие производные карбонильных соединений. Общие представления о сходстве электронного строения и химических свойств карбонильной и азометиновой групп. Классификация, номенклатура. Способы получения, основанные на реакциях окисления, нитрозирования и конденсации.  $\alpha$ -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.

$\alpha$ -,  $\beta$ -непредельные альдегиды и кетоны. Общие методы синтеза: окисление олефинов по аллильному положению и спиртов аллильного типа, кротоновая конденсация карбонильных соединений. Каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами металлов, спиртами, способы селективного проведения этих реакций по карбонильной группе или двойной углерод-углеродной связи. Восстановление металлами в присутствии источников протонов. Селективное окисление альдегидной группы. Реакции присоединения воды, спиртов, галогеноводородов, бисульфита натрия, аммиака и аминов, цианистого водорода, металлорганических соединений. Реакции конденсации с C–H-активными соединениями. Эффект винилогии и C–H-активность  $\alpha$ -,  $\beta$ -ненасыщенных карбонильных соединений. Кетены: методы синтеза, реакции присоединения к кетенам как разновидность реакции ацилирования, димеризация. Хиноны: общие методы синтеза, реакции восстановления и присоединения.

Окисление углеводородов, спиртов и альдегидов, синтезы с использованием Mg- и Li-органических соединений, окиси углерода, малонового и ацетоуксусного эфиров, гидролиз нитрилов и сложных эфиров. Природные источники карбоновых кислот. Гидролиз тригалогенметильных производных как метод получения ароматических карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной и карбоксилатной групп. Физические свойства карбоновых кислот, водородные связи и образование димерных ассоциатов. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном кольце. Образование производных карбоновых кислот: солей, сложных эфиров, галогенангидридов, ангидридов, аминов и нитрилов. Представления о механизме взаимопревращений карбоновых кислот и их производных, роль кислотно-основного катализа.



Реакции замещения в бензольном кольце кислот ароматического ряда. Представление об основных путях использования карбоновых кислот. Производные карбоновых кислот. Практическое использование солей карбоновых кислот. Хлорангидриды; реакции с нуклеофилами и использование хлорангидридов в качестве реагентов ацилирования, восстановления до альдегидов, реакции с магнийорганическими соединениями. Хлористый бензоил, получение, реакционная способность при взаимодействии с нуклеофилами в сравнении с хлорангидридами алифатических карбоновых кислот и особенности использования в качестве реагента бензоилирования. Сложные эфиры: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами металлов и металлами в присутствии источников протонов. Реакции переэтерификации и сложноэфирной конденсации. Основные пути использования сложных эфиров.

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 алюмогидридом лития, реакции с магнийорганическими соединениями, использование в качестве ацилирующих реагентов в синтезе кетонов ароматического ряда.

Дикарбоновые кислоты, классификация и номенклатура. Методы синтеза: окисление циклоалканов, алициклических спиртов и кетонов, ароматических и алкилароматических углеводородов, гидролиз моно- и динитрилов, синтеза с использованием малонового эфира. Получение щавелевой кислоты из формиата натрия. Химические свойства. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп. Образование производных по одной и обеим карбоксильным группам, смешанные производные. Реакции декарбоксилирования, декарбонилирования, окисления. Малоновая кислота: декарбоксилирование и причины повышенной легкости его протекания, конденсации с карбонильными соединениями. Свойства малонового эфира и их синтетическое использование: конденсации с карбонильными соединениями (реакция Кневенагеля), присоединение по кратной связи, активированной электроноакцепторными заместителями (реакция Михаэля), образование, алкилирование и окислительная конденсация натрамалонового эфира, превращение продуктов этих реакций в карбоновые кислоты. Янтарная и глутаровая кислоты: тенденция к образованию циклических ангидридов и имидов. Сукцинимид, его взаимодействие с бромом и щелочью, использование N-бромсукцимида в синтезе. Адипиновая кислота и ее производные, их свойства и пути практического использования. Фталевая кислота и ее производные: фталевый ангидрид и его использование для синтеза антрахинона и его производных, триарилметановых красителей;

фталимид и его использование для синтеза аминов (реакция Габриеля) и антралиновой кислоты; сложные эфиры и их практическое использование. Терефталовая кислота, диметилтерефталат и его промышленное использование. Производные угольной кислоты: мочевины и ее производные, сложные эфиры, изоцианаты, уретаны.

Непредельные монокарбоновые кислоты. Классификация. Методы получения.  $\alpha$ -,  $\beta$ -непредельных карбоновых кислот из олефинов, ацетиленов, дикарбоновых, галоген- и оксикарбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и двойной связи. Реакция присоединения, причины ориентации, наблюдаемой в этих реакциях. Промышленные методы получения и пути использования акриловой, метакриловой кислот и их производных. Природные источники и практическое значение олеиновой кислоты и кислот с полиеновым углеродным радикалом. Непредельные дикарбоновые кислоты. Способы получения малеиновой кислоты и ее ангидрида.

Способы получения нитросоединений: нитрирование углеводородов, обмен атома галогена на нитрогруппу, окисление аминов, синтез ароматических нитросоединений из аминов через соли диазония. Электронное строение нитрогруппы, характер его влияния на насыщенный, ненасыщенный и ароматический углеводородные радикалы. Химические свойства. Каталитическое гидрирование, восстановление в кислой, нейтральной и щелочной средах. С–Н-кислотность и связанные с ней свойства алифатических нитросоединений: галоидирование, нитрозирование и его использование для идентификации нитросоединений, различающихся строением алкильного радикала, конденсация с карбонильными соединениями и присоединение к двойной связи, активированной электроно-акцепторными заместителями. Реакции электрофильного замещения, влияние нитрогрупп на скорость и ориентацию. Радикальное замещение нитрогруппы. Полинитроароматические соединения: реакции частичного восстановления, нуклеофильное замещение нитрогруппы. Продукты неполного восстановления нитросоединений. Нитросоединения: таутометрия, димеризация, реакции конденсации. фенилгидроксиламин, азоксибензол и их перегруппировки. Гидразобензол, бензидиновая и семидиновая перегруппировки.

Электронное строение аминогруппы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Основные спектральные характеристики. Химические свойства. Основность и кислотность аминов, зависимость от природы углеводородных радикалов. Взаимодействие с электронными реагентами: алкилирование, оксиалкилирование, ацилирование и его значение в химии аминов, взаимодействие с азотистой кислотой. Окисление алифатических и ароматических аминов. Основные представители алифатических аминов и пути их использования. Соли четвертичных аммониевых оснований: получение, электронное строение, практическое использование.

Четвертичные аммониевые основания и окиси аминов: реакции разложения с образованием олефинов. Свойства ароматических аминов: взаимодействие с электрофилами, соотношения между различными направлениями этих реакций. Особенности протекания реакций алкилирования и сульфирования ароматических аминов, сульфаминовая кислота и сульфамидные препараты. Важнейшие представители ароматических моно- и диаминов, основные пути их использования. Синтез гетероциклических соединений из орто-фениленамина и орто-аминофенола.

Электронное строение солей диазония, катион диазония как электрофильный агент. Взаимопревращения различных форм диазосоединений. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений. Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота. Азосочетание, диазо- и азосоставляющие, зависимость условий проведения азосочетания от природы азосоставляющей. Синтез, электронное строение и структурные особенности азокрасителей. Соли диазония как реагенты арилирования ароматических соединений.

Галогензамещенные карбоновые кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения, основанные на свойствах насыщенных и непредельных карбоновых кислот. Химические свойства: влияние количества и расположения атомов галогенов на силу карбоновых кислот, реакции нуклеофильного замещения атома галогена и их синтетическое использование.

Алифатические оксикислоты, общие методы синтеза, основанные на свойствах непредельных, галоген-, кето- и аминокарбоновых и дикарбоновых кислот, многоатомных спиртов, оксиальдегидов и оксинитрилов. Представления о природных источниках оксикислот. Особенности физических свойств оксикислот. Химические свойства. Реакции дегидратации и зависимость их результата от взаимного расположения карбоксильной и оксигруппы. Представления о стереохимии оксикислот, реакции с обращением и сохранением конфигурации хирального центра. Ароматические оксикислоты: получение карбонизацией фенолятов и нафтолятов, взаимодействие солей оксибензойных кислот и влияние природы катиона щелочного металла и температуры на направление этих реакций. Пути использования оксибензойных и нафтойных кислот и их производных.

Получение сложных эфиров с помощью сложноэфирной конденсации. Ацетоуксусный эфир, его C–N-кислотность и таутометрия, образование металлических производных, их строение, двойственная реакционная способность и использование в синтезе кетонов и карбоновых кислот. Конденсация с карбонильными соединениями, присоединение к двойной связи, активированной электроноакцепторными заместителями, и синтетическое использование этих реакций. Оксикарбонильные соединения и их наиболее характерные химические свойства. Моносахариды и их классификация. Стереизомерия, конфигурационные ряды. Реакции,

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

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

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

Ароматические гетероциклические соединения. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол). Общие методы синтеза и взаимопревращения. Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия с электрофилами. Реакции гидрирования и окисления. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфин. Пиррольный цикл как структурный фрагмент природных соединений. Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, основанные на использовании ароматических аминов и арилгидразонов. Химические свойства индола как аналога пиррола, синтез важнейших производных. Представления о природных соединениях индольного ряда, индиго. Пятичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами: основные методы синтеза, представления об электронном строении, ароматичности и химических свойствах.

Шестичленные гетероциклы. Пиридин и его гомологи, изомерия и номенклатура производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла, проявления нуклеофильных свойств: реакции с электрофилами по атому азота и образование N-окиси. Отношение пиридина и его гомологов к окислителям, гидрирование пиридинового ядра. Влияние гетероатома на реакционную способность пиридинового цикла в целом и его отдельных положений. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина и его N-окиси. Реакции нуклеофильного замещения водорода и атомов галогенов. C–H-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. Представления о природных соединениях и лекарственных средствах – производных пиридина. Хинолин и его простейшие производные. Методы построения хинолинового ядра, основанные на реакциях анилина с глицерином и карбонильными соединениями. Сходство и различия химических свойств пиридина и хинолина. Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\beta$ -альдегидо- и  $\beta$ -кетокислот. Сходство и различия химических свойств пиридина и пиримидина. Урацил, цитозин, тимин. Пури́н как конденсированная система имидазола и пиримидина. Значение пиримидиновой и пуриновой систем как фрагментов нуклеиновых кислот.

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

Разработка новых стратегических подходов, позволяющих планировать и осуществлять синтез органических соединений заданной структуры (направленный органический синтез). Получение новых лекарственных препаратов, разнообразных материалов с заданными физико-химическими свойствами, в том числе, наноматериалов. Создание металлокомплексных катализаторов нового типа, позволяющих осуществлять многие реакции в асимметрическом варианте. Совершенствование известных и создание новых химических технологий, отвечающих современным требованиям экологической безопасности.

### ***3. Информационное обеспечение программы***

#### ***3.1. Список учебной литературы***

1. Березин Б. Д. Курс современной органической химии : учеб. пособие для хим.-технолог. спец. вузов / Б. Д. Березин, Д. Б. Березин. М.: Высш. шк., 2012. 768 с.
2. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начало органической химии. В 2-х кн. М. Химия, 1974. 623 с., 824 с.
3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 2-х кн. М.: МГУ 1999. 560 с., 623 с.
4. Артеменко А.И. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1999. 605 с.
5. Ким А.М. Органическая химия. Учебное пособие. Новосибирск, 2002. 221 с.
6. Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Органическая химия. Основной курс. Кн. 1. М.: Дрофа, 2008. 604 с.

7. Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Органическая химия. Специальный курс. Кн. 2. М.: Дрофа, 2009. 592 с.
8. Терней А. Современная органическая химия. В 2-х кн. М.: Мир, 1981. 678 с., 851 с.
9. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. М.: Мир, 1981. 842 с., 888 с.
10. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. В 2-х кн. М.: Мир, 1970. 232 с.
11. Матье Ж., Панико Р. Курс теоретических основ органической химии. М.: Мир. 1975. 556 с.
12. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. М.: Мир. 1973. 1055 с.
13. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия. 1991. 448 с.
14. Пальм В.А. Введение в теоретическую органическую химию. М.: Высшая школа. 1974. 455 с.
15. Травень В.Ф. Электронная структура и свойства органических молекул. М.: Химия. 1989. 384 с.
16. Яновская Л.А. Современные теоретические основы органической химии. М.: Химия. 1978. 358 с.
17. Казицыны Л.А., Куплетская Н.В. Применение УФ-, ЯМР-, ИК- и масс-спектрометрии в органической химии. М.: МГУ, 1979. 238 с.

### ***3.2. Список периодических изданий***

Журнал органической химии

Прикладная химия

Журнал общей химии

Высокомолекулярные соединения

Известия АН РАН. Серия химическая

Бутлеровские сообщения

Вестник Бурятского государственного университета. Серия: Химия, физика.

### ***4. Вопросы вступительного экзамена***

Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Валентность атомов в органических молекулах, простые и кратные связи. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений.

Классификация органических реакций. Типы связей в органических соединениях. Электроотрицательность. Основные физические свойства органических соединений. Электронные эффекты. Резонанс и мезомерия. Сопряжение. Ароматичность. Условия делокализации электронов. Элементарные стадии ионных реакций. Кинетика органических реакций. Переходное состояние.

Основные классы органических соединений. Функциональный анализ органических соединений и особенности электронного строения

функциональных групп. Реагирующие органические частицы. Карбокатионы и карбоанионы (образование, стабильность). Современные методы синтеза органических соединений,

Физико-химические методы исследования строения органических соединений (ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, рентгеноструктурный анализ).

Предельные углеводороды. Механизм нуклеофильного замещения  $S_N1$  и  $S_N2$ . Механизм реакций Фриделя-Крафтса. Непредельные углеводороды. Механизм присоединения по двойным связям органических соединений. Правило Марковникова. Жесткие и мягкие кислоты (основания). рК – определение. Спирты. Альдегиды. Азотсодержащие органические соединения. Механизм реакций по связи C=O. Ароматические соединения. Электрофильное замещение в ароматических системах. Нуклеофильное замещение в ароматических системах. Ариновый механизм. *ipso*-Замещение.

Определение электрофильного и нуклеофильного характера реакции. Механизм перегруппировок в органических реакциях. Электрофильное замещение в монозамещенных бензолах. Перегруппировка Бекмана. Реакция Канницаро. Одноатомные насыщенные спирты, классификация, номенклатура. Способы образования спиртовой гидроксильной группы. Промышленные способы получения простейших алифатических спиртов, спиртов, содержащих от 7 до 20 атомов углерода. Многоатомные спирты. Фенол и его гомологи. Многоатомные фенолы. Амиды: кислотные свойства. Дикарбоновые кислоты, классификация и номенклатура, методы синтеза. Ароматические гетероциклические соединения. Непредельные монокарбоновые кислоты, методы получения. Способы получения нитросоединений. Электронное строение аминогруппы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Получение сложных эфиров с помощью сложноэфирной конденсации. Структурные типы природных  $\alpha$ -аминокислот, стереохимия и конфигурационные ряды. Пептиды. Представления о методах доказательства полипептидного строения, установления аминокислотного состава и последовательности аминокислотных фрагментов в полипептидной цепи. Аминокислоты. Основные функции белков в жизнедеятельности организмов.

Разработка новых стратегических подходов, позволяющих планировать и осуществлять синтез органических соединений заданной структуры (направленный органический синтез). Получение новых лекарственных препаратов, разнообразных материалов с заданными физико-химическими свойствами, в том числе, наноматериалов.