

# ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## 1. Цель освоения дисциплины

Формирование целостного представления об органических веществах как важнейших природных и синтетических соединениях углерода, об их строении и свойствах, о лабораторных и промышленных способах их получения, а также об использовании их в различных областях человеческой деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Органическая химия» относится к вариативной части блока дисциплин. Для освоения дисциплины «Органическая химия» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин «Педагогика», «Психология», «Аналитическая химия», «Общая и неорганическая химия», «Основы современной систематики беспозвоночных животных», «Разнообразие беспозвоночных Нижне-Волжского региона».

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин «Педагогика», «Психология», «Биохимия», «Идентификация органических соединений», «История и методология химии», «История химии в России», «Коллоидная химия», «Прикладная химия», «Теоретические основы органической химии», «Физиология высшей нервной деятельности», «Физиология сенсорных систем», «Физиология человека и животных», «Физическая химия», «Химический синтез», «Химия биологически активных веществ», «Химия высоко-молекулярных соединений», «Химия окружающей среды», «Экологическая химия», прохождения практик «Практика по получению профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (Химическая технология)», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», «Преддипломная практика».

## 3. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

- способностью руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся (ПК-12);
- готовностью использовать знания в области теории и практики химии для подготовки и решения профессиональных задач (СК-3).

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

### *знать*

- предмет, основные химические понятия и законы, закономерности, теории органической химии, ее историю и значение в природе и жизни человека;
- природные источники углеводородов, их классификацию, состав, строение, химические свойства, лабораторные и промышленные способы получения, значение в природе и жизни человека;
- классификацию производных углеводородов, их состав, строение, химические свойства, лабораторные и промышленные способы получения, значение в природе и жизни человека;
- классификацию природных органических веществ, их состав, строение, химические свойства, лабораторные и промышленные способы получения, значение в природе и жизни человека;

### *уметь*

- правильно обращаться с веществами, пользоваться посудой, приборами и другим лабораторным оборудованием;

- определять цели и способы организации учебно-исследовательской деятельности обучающихся;
- проводить качественный и количественный анализ органических веществ;
- осуществлять химический анализ различных органических веществ, в том числе природных соединений;

#### ***владеть***

- навыками поиска и отбора из различных источников научной информации по химии с целью ее использования в своей работе;
- навыками сравнения и анализа состава и электронного строения веществ для предсказания их свойств;
- техникой постановки лабораторного эксперимента, способен осуществлять химический синтез веществ различных классов, доказывать индивидуальность веществ;
- теоретическими знаниями организации и руководства учебно-исследовательской деятельностью обучающихся.

#### **4. Общая трудоёмкость дисциплины и её распределение**

количество зачётных единиц – 12,

общая трудоёмкость дисциплины в часах – 432 ч. (в т. ч. аудиторных часов – 234 ч., СРС – 144 ч.),

распределение по семестрам – 4, 5,

форма и место отчётности – экзамен (4 семестр), аттестация с оценкой (5 семестр).

#### **5. Краткое содержание дисциплины**

Введение.

Органическая химия как наука о соединениях углерода. Предмет и объекты органической химии. Основные вехи истории изучения органических соединений. Электронное строение органических соединений, учение об электронных эффектах. Современные представления о пространственном строении органических молекул. Классификация реагентов и реакций в органической химии. Стереохимическое учение. Физические и физико-химические методы исследования в органической химии, учения о механизмах реакций органических соединений. Катализ в превращениях важнейших классов веществ. Современная органическая химия, основные ее достижения и проблемы.

Углеводороды.

Алканы. Гомологический ряд предельных углеводородов, закономерности в изменениях их физических свойств. Номенклатура алканов: историческая (тривиальная), рациональная (радикально-заместительная) и международная (функционально-заместительная, IUPAC). Изомерия алканов: структурная и пространственная (конформационная, поворотная): изображение в виде формул типа «козел» и проекционных формул Ньюмена (на примере конформеров этана, бутана). Нахождение алканов в природе, их значение. Методы синтеза алканов. Промышленные способы получения и выделения алканов. Строение алканов: тип гибридизации атомов углерода, геометрия молекул, длины и углы связей. Химические свойства алканов. Реакции замещения: галогенирование, нитрование, сульфохлорирование, сульфоокисление. Окисление алканов. Дегидрирование алканов. Расщепление: крекинг, пиролиз. Изомеризация n-алканов в изоалканы. Значение предельных углеводородов в природе и хозяйственной деятельности человека. Алкены. Гомологический ряд этиленовых углеводородов, их физические свойства. Структурная и пространственная (геометрическая, цис- и транс-) изомерия алкенов, их номенклатура. Способы получения этиленовых углеводородов. Строение алкенов: тип гибридизации атомов углерода, геометрия молекул, длины и углы связей. Химические свойства этиленовых углеводородов. Реакции присоединения: гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование,

гипогалогенирование, гидратация. Правило Марковникова, объяснение его поляризацией  $\pi$ -связи (статический фактор) и устойчивостью образующихся в промежуточной стадии карбониевых ионов (динамический фактор). Присоединение к алкенам в присутствии пероксидов, эффект Хараши. Полимеризация алкенов. Примеры полимеров. Реакции замещения в этиленовых углеводородах: хлорирование при высокой температуре (получение винилхлорида и аллилхлорида). Использование аллилхлорида для синтеза аллилового спирта и глицерина. Гидроформилирование (оксосинтез); гидроборирование-окисление алкенов. Реакции окисления этиленовых углеводородов: синтез оксидов алкенов (реакция Прилежаева); диолов (реакция Вагнера); озонидное расщепление (реакция Гарриеса); окисление перманганатом и дихроматом в кислой и щелочной средах. Алкины. Гомологический ряд ацетиленовых углеводородов и их физические свойства. Изомерия и номенклатура алкинов. Способы получения ацетиленовых углеводородов. Получение ацетилена из карбида кальция и крекингом метана. Классификация ацетиленовых углеводородов. Строение алкинов: тип гибридизации атомов углерода, геометрия молекул, длины и углы связей. Химические свойства ацетиленовых углеводородов. Кислотные свойства: получение алкинидов и использование их в органическом синтезе. Реакции присоединения к ацетиленовым углеводородам: гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация. Присоединение к алкинам спиртов, карбонильных соединений, карбоновых кислот. Олигомеризация алкинов: димеризация ацетилена (винилацетилен), циклотримеризация (бензол), циклотетрамеризация (циклооктатетраен). Понятие о полимере ацетилена (карбине). Ацетилен как сырье в промышленности органического синтеза (получение уксусного альдегида, тетрахлорэтана, мономеров для синтеза полимеров и каучуков). Алкадиены. Классификация диеновых углеводородов, их гомологические ряды, изомерия и номенклатура, способы получения. Особенности строения сопряженных диенов, их химические свойства: реакции гидрирования, галогенирования, гидрогалогенирования, гидратации в различных условиях. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера, [4+2]-циклоприсоединение), использование для получения циклических соединений. Диеновые углеводороды в природе. Натуральный каучук, его добывание, строение натурального каучука и гуттаперчи. Синтетические каучуки, их получение, свойства и применение. Полиеновые углеводороды, их биологические функции. Циклоалканы (циклопарафины). Классификация и номенклатура циклоалканов, способы их получения. Угловое напряжение Байера. Особенности строения малых циклов, напряжение Питцера; изомерия и химические свойства: реакции замещения и присоединения. Особенности строения обычных циклов, напряжение Прелога; изомерия и химические свойства: реакции замещения, окисления. Понятие о терпенах и терпеноидах. Моно- и бициклические терпены. Понятие о стероидах. Биологические функции этих соединений. Арены. Гомологический ряд ароматических углеводородов, их физические свойства. Изомерия и номенклатура аренов. Способы получения ароматических углеводородов. Строение бензола: образование  $\sigma$ -связей и единой шестиэлектронной  $\pi$ -ароматической системы. Химические свойства бензола: реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования алкенами и галогенопроизводными углеводородов по Фриделю-Крафтсу; ацилирования по Фриделю-Крафтсу. Окисление бензола различными окислителями. Особенности электронного и пространственного строения гомологов бензола. Химические свойства аренов, правила ориентации при электрофильном замещении в ароматическом ряду. Гидрирование ароматических углеводородов, их окисление в различных условиях. Понятие о полициклических ароматических углеводородах, их свойствах, народнохозяйственном и биологическом значении.

Производные углеводородов.

Галогенопроизводные углеводородов. Классификация галогенопроизводных, их гомологические ряды и физические свойства. Способы получения галогенопроизводных углеводородов. Электронное строение: индуктивный и мезомерный эффекты галогена в различных рядах галогенопроизводных, влияние их на реакционную способность. Химические свойства галогенопроизводных, использование их для синтеза веществ других

классов. Реактивы Гриньяра, их получение и применение в органическом синтезе. Спирты. Классификация, гомологические ряды и физические свойства спиртов. Алканола, гомологический ряд, изомерия и номенклатура предельных одноатомных спиртов. Способы получения алканола. Электронное строение, кислотно-основные свойства спиртов. Взаимодействие алканола с активными металлами; галогеноводородными кислотами; серной кислотой в различных условиях. Реакции отщепления в ряду предельных одноатомных спиртов. Окисление алканола. Непредельные и ароматические спирты, особенности их строения и свойств (на примере аллилового и бензилового спирта). Многоатомные спирты (гликоли, глицерины и др.), их гомологические ряды (классификация), изомерия и номенклатура, способы получения. Особенности строения полиолов, их химические свойства. Качественная реакция на многоатомные спирты. Спирты в природе, народнохозяйственное и биологическое значение спиртов. Простые эфиры. Состав, способы получения простых эфиров, их изомерия и номенклатура. Химические свойства простых эфиров, их практическое применение. Понятие о тиоспиртах и тиоэфирах, особенностях их электронного строения и свойств. Фенолы. Классификация, номенклатура и физические свойства фенолов, способы их получения. Электронное строение фенолов: влияние бензольного кольца на гидроксил (усиление кислотных свойств по сравнению со спиртами) и гидроксила на бензольное кольцо (ориентант I рода). Химические свойства фенолов: реакции фенолов по гидроксильной группе и бензольному кольцу. Двухатомные и трехатомные фенолы. Производные фенолов как ядохимикаты: химические средства защиты растений и животных (пестициды), их значение; экологические аспекты применения ядохимикатов. Использование фенолов для получения полимеров, красителей, лекарственных средств и др. Карбонильные соединения. Гомологические ряды альдегидов и кетонов, их физические свойства. Изомерия и номенклатура карбонильных соединений. Способы получения альдегидов и кетонов. Электронное строение и сравнение реакционной способности карбонильных веществ, их химические свойства. Реакция присоединения водорода, воды, бисульфита натрия; присоединение-отщепление спиртов, аммиака и его производных. Реакции с участием  $\alpha$ -водородного атома: альдольная конденсация; замещение  $\alpha$ -водородных атомов на галоген. Кротоновая конденсация. Окислительно-восстановительные реакции карбонильных соединений; отличия в окислительной способности альдегидов (реакция серебряного зеркала, окисление гидроксидом меди (II)) и кетонов (правила Попова). Взаимодействие с хлоридом фосфора (V). Полимеризация альдегидов. Циклические олигомеры: триоксан, паральдегид, метальдегид. Линейные полимеры формальдегида. Важнейшие представители карбонильных соединений, их получение, применение и биологические функции. Карбоновые кислоты. Классификация, гомологические ряды и физические свойства. Методы синтеза карбоновых кислот. Предельные одноосновные карбоновые кислоты, их гомологический ряд, физические свойства, способы получения, изомерия и номенклатура. Строение карбоксильной группы, зависимость силы кислот от электронного влияния радикала. Химические свойства предельных одноосновных карбоновых кислот: образование солей при взаимодействии с металлами, их оксидами, основаниями, солями более слабых кислот; с аммиаком. Реакции со спиртами, фенолами, аминами. Образование ангидридов и галогенангидридов. Галогенирование предельных одноосновных карбоновых кислот. Особенности химического поведения муравьиной кислоты. Важнейшие представители предельных одноосновных карбоновых кислот, их значение. Непредельные карбоновые кислоты, их изомерия и номенклатура, получение, особенности химических свойств. Ароматические карбоновые кислоты, их получение, свойства, применение. Соли – карбоксилаты, их получение, свойства и применение. Сложные эфиры, состав, строение, способы получения, химические свойства и области практического применения. Жиры – как сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот: лауриновой, миристиновой, пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой, линоленовой, их строение и биологические функции. Дикарбоновые кислоты. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура, способы получения дикарбоновых кислот. Особенности электронного строения щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой, адипиновой кислот и их производных, характеристика их химических свойств. Применение дикарбоновых кислот и

их производных, их биологическое значение. Нитросоединения. Классификация, способы получения органических нитросоединений. Состав, строение и свойства нитропроизводных углеводов. Амины. Амины как органические производные аммиака. Классификация, изомерия и номенклатура аминов, их способы получения, строение и основность. Химические свойства аминов. Ароматические амины, использование их в синтезе красителей. Диамины: тетра-, пента-, гексаметилендиамины, распространение в природе, биологическое значение. Аминоспирты. Этаноламин. Холин (гидроксид триметилоксиэтиламмония), ацетилхолин, фосфатиды, их состав и биологическое значение.

Природные органические вещества.

Гидроксикарбоновые кислоты. Классификация, гомологические ряды, физические свойства оксикислот, распространение их в природе и способы получения. Структурная и оптическая изомерия оксикислот и их номенклатура. Способы получения: из альдегидов и кетонов через оксинитрилы, гидролизом галогенозамещенных кислот, гидратацией непредельных кислот, при помощи цинкорганических соединений (реакция С.Н. Реформатского). Химические свойства оксикислот. Реакции оксикислот по карбоксильной группе, гидроксильной группе, обоим функциям. Особые свойства оксикислот: отношение к нагреванию  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\omega$ -оксикислот. Важнейшие представители оксикислот: гликолевая, молочная и яблочная кислоты, винная кислота, лимонная кислота, их народнохозяйственное и биологическое значение. Оксокарбоновые кислоты. Классификация, гомологические ряды, физические свойства оксокислот, распространение их в природе и способы получения. Изомерия и номенклатура оксокислот. Особенности электронного строения и химические свойства оксокислот: реакции с участием карбонильной группы, карбоксильной группы, обеих функций. Важнейшие представители оксокислот: глиоксиловая, пировиноградная, щавелевоуксусная, кетоглутаровая, мевалоновая; их народнохозяйственное и биологическое значение. Аминокислоты. Классификация, гомологические ряды, физические свойства аминокислот, распространение их в природе. Структурная, оптическая изомерия и номенклатура аминокислот. Способы получения аминокислот: аминирование  $\alpha$ -галогенокислот, получение из альдегидов и кетонов (Штреккер, Зелинский). Схема получения аминокислот гидролизом белка. Микробиологический синтез аминокислот. Химические свойства аминокислот. Реакции аминокислот по карбоксильной группе, аминогруппе, обоим функциям. Особые свойства аминокислот: отношение к нагреванию  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\omega$ -аминокислот. Важнейшие представители  $\alpha$ -аминокислот, их применение и биологическое значение. Понятие о составе, строении и биологических функциях белков. Углеводы. Распространение их в природе, классификация. Моносахариды, их классификация, изомерия и номенклатура. Строение моносахаридов: ациклические (открытые) и циклические (фуранозные и пиранозные) формы (на примере глюкозы). Свойства моносахаридов: реакции по карбонильной; гидроксильным группам; обоим функциям. Реакции с участием полуацетального гидроксила, образование гликозидов. Важнейшие представители моноз: рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза; нахождение их в природе и биологическое значение. Дисахариды, их классификация. Строение и свойства сахарозы, целлобиозы, мальтозы и лактозы. Дисахариды в природе, их биологическое значение. Полисахариды как природные биополимеры. Крахмал, образование в растениях, состав, строение и свойства. Животный крахмал (гликоген), его состав и строение, образование в организме, биологическое значение гликогена. Целлюлоза, ее состав и строение. Природные источники целлюлозы. Свойства целлюлозы и ее биологические функции. Гемичеселлюлозы и пектиновые вещества, их строение и биологические функции. Хитин, его состав, строение и биологическое значение. Гетероциклические вещества. Особенности состава и строения гетероциклов, их классификация. Пятичленные гетероциклы. Фуран, пиррол, тиофен, их строение и свойства. Природные соединения, содержащие ядро пиррола: гемоглобин, хлорофилл, цианокобаламин, их биологическое значение. Индол, его строение и свойства. Природные соединения на основе индола: триптофан, гетероауксин, их биологическое значение. Шестичленные гетероциклы. Пиридин, его строение и свойства. Биологически активные соединения, содержащие кольца пиридина:

витамины РР, В6. Алкалоиды, их биологическое значение. Шестиленные гетероциклы с несколькими гетероатомами: пиримидин, пурин, их строение и свойства. Природные соединения, содержащие пиримидиновый и пуриновый гетероциклы: урацил, тимин, цитозин, аденин, гуанин, их строение и биологическое значение. Понятие о составе, структуре и биологических функциях нуклеиновых кислот: и-РНК, р-РНК, т-РНК; различных видах ДНК.

## **6. Разработчик**

Савин Геннадий Анатольевич, кандидат химических наук, доцент кафедры теории и методики биолого-химического образования и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО «ВГСПУ».