

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Органическая химия»

Уровень образования: высшее образование – программа специалитета
Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
Направленность (профиль): Биоинженерия

1. Трудоемкость дисциплины (модуля): 5 з.е.

2. Место дисциплины в учебном плане: дисциплина «Органическая химия» входит в Блок 1. «Дисциплины (модули)», обязательную часть, раздел «Профессиональная подготовка» и изучается в 5-8 модулях (3-4 семестры).

3. Цель дисциплины: сформировать знания о строении и химических свойствах органических соединений и биомолекул, важных для биоинженерии; овладеть навыками синтеза и анализа органических веществ, умениями использовать современные методы установления их структуры, развить умения работы в химической лаборатории с применением специального оборудования, сформировать навыки самостоятельного поиска, анализа и систематизации научной информации, подготовить к выполнению исследовательской работы и развитию творческого подхода к решению профессиональных задач в области биоинженерии.

4. Задачи дисциплины (модуля):

Задачи дисциплины «Органическая химия» в магистратуре включают:

- Формирование глубоких теоретических и практических знаний о закономерностях химического поведения органических соединений в зависимости от их строения.
- Освоение умения оперировать химическими формулами органических веществ и составлять уравнения химических реакций.
- Создание у студентов общего представления о химических свойствах важнейших классов органических соединений и основных механизмах их превращений.
- Обучение предсказанию химических свойств гетерофункциональных соединений на основе полученных знаний
- Развитие навыков практической работы с органическими веществами, включая методы их синтеза, очистки и идентификации.
- Подготовка к пониманию биохимических процессов в живых клетках и организмах, что важно для интеграции органической химии с биологическими науками.
- Формирование умений планировать и описывать научные эксперименты, а также обобщать и объективно излагать полученные знания в письменной и устной форме.

Таким образом, дисциплина направлена на комплексное освоение основ органической химии, развитие аналитических и практических навыков, необходимых для научной и профессиональной деятельности в области химии и смежных биологических наук.

5. Перечень разделов (тем) дисциплины и их краткое содержание:

В курсе «Органическая химия» рассматриваются принципы классификации и номенклатура органических соединений, строение органических соединений, классификация органических реакций, свойства основных классов углеводородов, рассматриваются закономерности строения и реакционной способности органических веществ, природа органических реакций, общие закономерности органической науки, указывается значение органической химии для биологии. На лабораторном практикуме отрабатываются важнейшие синтетические приемы, и осуществляется синтез органических соединений. На практических занятиях решаются задачи.

Наименования разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины
Раздел 1. Введение, химическая связь в органических соединениях	Предмет органической химии. Теория химического строения органических соединений. Классификация и номенклатура органических соединений. Основы органической стереохимии. Типы изомерии органических соединений. Природа связей в органических соединениях. Основные понятия о реакционной способности органических соединений. Факторы, определяющие возможность протекания

	реакции. Органические ионы и свободные радикалы. Электрофильные, нуклеофильные реагенты. Определение функциональных групп. Классификация органических соединений, понятия о химических функциях.
Раздел 2. Алканы	Гомологический ряд алканов. Общая формула. Изомерия. Номенклатура. Строение алканов. Sp^3 -Гибридизация. Характеристика C-C и C-H Пи-связей. Пространственное строение парафинов. Поворотная изомерия. Конформации и конформеры, барьеры вращения. Физические свойства алканов. Химические свойства. Реакции замещения (галогенирование, нитрование, сульфохлорирование и сульфоокисление). Понятие о цепных реакциях. Механизм S _R . Сравнительная реакционная способность атомов водорода при первичных, вторичных и третичных атомах углерода, строение и стабильность свободных радикалов. Устойчивость свободных радикалов. Пиролиз. Окисление алканов, газ и моторное топливо, этилирование бензина, октановое число. Природные источники алканов. Промышленные методы получения из окиси углерода, гидрирование алкенов, крекинг нефти. Лабораторные методы: реакция Вюрца, анодный синтез Кольбе, декарбоксилирование карбоновых кислот. Техника безопасности при работе с алканами.
Раздел 3. Циклоалканы	Классификация алициклических соединений. Номенклатура. Изомерия. Химические свойства в зависимости от размеров цикла: гидрирование, взаимодействие с галогенами и галогеноводородами, окисление, изомеризация. Гипотеза напряжений А. Байера. Современные представления о строении трех-, четырех- и шестичленных циклов. Конформации циклогексана и его производных. Аксиальные и экваториальные связи. Особое место циклопропана. Методы получения: из дигалогеналканов внутримолекулярной реакцией Вюрца, из солей карбоновых кислот внутримолекулярной циклизацией, реакцией диенового синтеза, гидрированием ароматических соединений. Применение циклоалканов и их производных. Циклоалкены. Цикlopентадиен. Получение и свойства. Полиэдраны.
Раздел 4. Алкены	Гомологический ряд. Общая формула. Номенклатура. Строение алкенов. sp^2 -Гибридизация. π -Связь. Характеристика двойной углерод-углеродной связи (в сравнении с σ -связью). Причины отсутствия свободного вращения относительно двойной связи. Геометрическая изомерия. Физические свойства алкенов. Химические свойства. Катализитическое гидрирование алкенов. Реакции электрофильного присоединения галогенов, галогеноводородов, кислот

	(HClO), воды. Правило В.В. Марковникова, его современная трактовка на основе представления о механизме реакции и относительной стабильности карбониевых ионов. Реакция радикального присоединения бромистого водорода, перекисный эффект Каира. Окисление алканов: образование эпоксидов, реакция гидроксилирования по Вагнеру, окислительное расщепление двойной связи, озонолиз (реакция Гарриеса). Реакции радикального замещения, протекающие в алильное положение (высокотемпературное хлорирование). Полимеризация олефинов. Мономеры, олигомеры, полимеры. Ступенчатая и цепная полимеризация. Значение полимерных материалов. Полиэтилен, полипропилен, полизобутилен. Способы получения: крекинг нефти, дегидрирование алканов, дегидратация спиртов, дегидрогалогенирование алкилгалогенидов, частичное гидрирование алкинов. Правило Зайцева. Использование в технике этилена, пропилена, бутенов. Техника безопасности при работе с этиленовыми углеводородами.
Раздел 5. Алкадиены	Три типа диеновых углеводородов. Номенклатура. Алкадиены-1,3. Строение диенов с сопряженными двойными связями, межатомные расстояния в 1,3-бутадиене. Понятие о сопряжении. Энергия сопряжения. Химические свойства диенов. Гидрирование (каталитическое и щелочными металлами в присутствии источников протонов). Электрофильное присоединение галогенов и галогеноводородов (1,2- и 1,4-присоединение). Механизм этих реакций. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле. Диеновый синтез. Полимеризация диенов. Натуральный и синтетический каучук. Получение бутадиена по способу Лебедева, из бутана, ацетилена; изопрена - из ацетилена и ацетона; хлоропрена - из ацетилена. Сополимеризация. Вулканизация каучука и получение резины.
Раздел 6. Алкины	Гомологический ряд. Общая формула. Изомерия. Номенклатура. Строение алкинов. Характеристика тройной углерод-углеродной связи, sp-гибридизация. Подвижность водорода в алкинах с концевой тройной связью и ее причины. Физические свойства алкинов. Химические свойства. Каталитическое гидрирование (полное и частичное). Галогенирование. Электрофильное присоединение галогеноводородов. Нуклеофильное присоединение спиртов, синильной кислоты, уксусной кислоты. Гидратация алкинов (реакция М.Г. Кучерова), понятие о кето-енольной тautомерии, правило Эльтекова. Сравнение реакционной способности алканов и алкинов. Особенности тройной C≡C связи в сравнении с C=C.

	Реакции с сохранением тройной связи. СН-Кислотность. Образование ацетиленидов, их взаимодействие с галогеналканами. Галогенирование. Присоединение алкинов к карбонильным соединениям. Ди-, три-, тетра- и полимеризация ацетилена. Промышленные способы получения ацетилена. Получение алкинов: дегидрогалогенирование дигалогенпроизводных, алкилирование алкинов. Промышленные синтезы на основе ацетилена. Получение акрилонитрила, винилацетилена, хлористого винила, виниловых эфиров, изопрена, уксусного альдегида. Техника безопасности при работе с ацетиленом и ацетиленидами.
Раздел 7. Арены	Углеводороды ряда бензола. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Ароматичность и комплекс свойств, характеризующих ее. Современные представления о строении бензола. Энергия делокализации. Правило Хюккеля. Небензойные ароматические системы. Физические свойства углеводородов ряда бензола. Химические свойства бензола. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре (S_EAr). Механизм, понятие о сигма- и пи-комплексах. Энергетический профиль реакции. Примеры S_E реакций: галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, арилирование. Поведение производных бензола в реакциях S_EAr . Факторы, влияющие на скорость реакции и соотношение образующихся изомеров. Правила ориентации в ряду бензола. Заместители I и II рода. Индукционный и мезомерный эффекты. Влияние природы заместителя на устойчивость пи-комплексов и направление S_E реакций. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции гомологов бензола с участием боковой цепи: галогенирование, окисление. Реакции присоединения (галогенирование, гидрирование, озонолиз). Природные источники ароматических соединений (ароматизация нефти и коксование угля). Синтетические методы получения: тримеризация ацетиленовых углеводородов, дегидрирование алициклических углеводородов, алкилирование бензола по Фриделю-Крафтсу. Многоядерные углеводороды. Углеводороды с конденсированными ядрами (нафталин, антрацен, фенантрен). Особенности строения и свойства. Канцерогенные свойства углеводородов. Техника безопасности при работе с ароматическими углеводородами.
Раздел 8. Методы выделения и очистки органических соединений	Перекристаллизация. Возгонка. Перегонка. Экстракция. Высаливание. Хроматография. Определение констант чистоты органического

	вещества (температура плавления, кипения, показатель преломления).
Раздел 9. Галогенопроизводные углеводородов	<p>Классификация. Галогенопроизводные со связью C(sp₃)-галоген. Номенклатура. Методы получения: прямое галогенирование, реакции присоединения к алkenам, алкинам, реакции замещения в спиртах, альдегидах, кетонах и карбоновых кислотах. Физические свойства. Химические свойства. Характеристика связей углерод-галоген, индукционный эффект атома галогена. Реакции нуклеофильного замещения галогена на гидроксильную, алкоксильную, нитрильную, амино- и другие группы. Два механизма нуклеофильного замещения (SN1 и SN2). Реакционная способность галогенопроизводных в зависимости от природы галогена и строения радикала. Реакции элиминирования. Механизмы EN1 и EN2. Правило Зайцева. □-Элиминирование. Реакции с металлами (магнием). Восстановление алкилгалогенидов до углеводородов. Отдельные представители галогенопроизводных: продукты хлорирования метана, дихлорэтан, перфторуглеводороды, фреоны.</p> <p>Галогенопроизводные со связью C(sp₂)-галоген. Номенклатура. Получение галогеналканов: из дигалогеналканов, из алкинов. Способы получения галогенаренов: прямое галогенирование аренов; с использованием солей diazonia. Характеристика связи углерод-галоген. Реакционная способность атома галогена, связанного с ароматическим ядром. Реакции нуклеофильного замещения галогена в ароматическом ряду, ариновый механизм. Влияние заместителей на подвижность галогена в ароматическом ядре. Галогены как ориентанты в реакциях электрофильного ароматического замещения. Реакции в углеродном радикале: присоединение, полимеризация, замещение.</p> <p>Отдельные представители: винилхлорид, тетрафторэтилен, тефлон, хлоропрен, хлорбензол, хлорфенолы, диоксины.</p> <p>Токсикологические свойства и техника безопасности при работе с галогенопроизводными.</p>
Раздел 10. Гидроксипроизводные углеводородов	<p>Гидроксипроизводные со связью C(sp₃)-ОН. Одноатомные спирты. Номенклатура. Изомерия. Получение спиртов гидролизом галогеналканов, гидратацией алканов, восстановлением альдегидов и кетонов, взаимодействием магнийорганических соединений с альдегидами, кетонами, окисью этилена. Водородная связь, ее влияние на физические свойства. Химические свойства. Кислотные свойства. Константа кислотности. Алкоголяты, их свойства. Основные свойства спиртов. Соли оксония. Образование сложных эфиров (реакция этерификации),</p>

	<p>дегидратация (получение алканов и простых эфиров). Реакция нуклеофильного замещения гидроксильной группы на галоген с использованием галогеноводородов, галогенидов фосфора и хлористого тионила. Окисление спиртов. Отдельные представители: метанол, этанол, изопропанол, двухатомный спирт этиленгликоль, трехатомный спирт глицерин (получение, использование). Техника безопасности при работе с метиловым и этиловым спиртами, этиленгликolem.</p> <p>Гидроксипроизводные со связью C(sp₂)-OH. Фенолы. Методы получения фенолов: из солей сульфокислот, галогенопроизводных, из кумола и ароматических аминов. Физические свойства фенолов. Химические свойства. Кислотность. Влияние, оказываемое на кислотные свойства о- и п-заместителями. Образование фенолятов. Реакции алкилирования и ацилирования фенолов. Особенности реакций электрофильного замещения водорода ядра у фенолов (галогенирование, нитрование, сульфирование). Гидрирование и окисление фенолов. Конденсация фенолов с альдегидами. Фенолформальдегидные смолы. Фенол, пикриновая кислота (получение и применение). Техника безопасности при работе с фенолами.</p>
Раздел 11. Карбонильные соединения	<p>Классификация. Изомерия и номенклатура. Методы синтеза карбонильных соединений: окислением спиртов, окислением гомологов аренов, пиролизом солей карбоновых кислот, гидратацией алкинов (реакцией Кучерова), методом каталитического алкилирования Фриделя-Крафтса, оксосинтезом. Строение карбонильной группы (длина, полярность, поляризуемость связи). Сравнение связей C=O и C=C. Физические свойства карбонильных соединений. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе: взаимодействие с водой, спиртами, синильной кислотой, реактивами Гриньяра, бисульфитом натрия, алкинами. Взаимодействие с аминами (образование азометинов), гидроксиламином (образование оксимов), гидразином и его производными (образование гидразонов). Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов в реакциях нуклеофильного присоединения. Альдольная и кротоновая конденсация. Механизм реакции. Реакция Канниццаро. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов. Хиноны. Методы получения, реакции восстановления и присоединения. Отдельные представители: муравьиный альдегид, уксусный альдегид, ацетон, акролеин, бензальдегид (получение, свойства, применение в промышленности).</p>

Раздел 12. Карбоновые кислоты и их производные	<p>Классификация. Предельные одноосновные кислоты. Изомерия и номенклатура. Методы получения (окисление алканов, первичных спиртов, альдегидов, гомологов бензола, гидролиз нитрилов, трихлорметильных производных, из галогенопроизводных через магнийорганические соединения, оксосинтезом). Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Эффект сопряжения. Физические свойства. Водородные связи и их влияние на физические свойства. Химические свойства. Кислотные свойства, их зависимость от строения углеводородного радикала и стабильности аниона в жирном и ароматическом рядах. Получение солей, сложных эфиров (механизм реакции этерификации), ангидридов, галогенангидридов, амидов, нитрилов. Свойства и применение функциональных производных карбоновых кислот. Декарбоксилирование, восстановление и галогенирование карбоновых кислот. Отдельные представители: уксусная кислота и ее функциональные производные, муравьиная кислота (особенности строения и химических свойств), высшие жирные кислоты (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая), бензойная кислота, салициловая кислота (аспирин), адипиновая кислота. Получение и применение. Жиры и масла. Строение и консистенция. Высыхающие масла. Омыление жиров. Поверхностно-активные вещества. Техника безопасности при работе с карбоновыми кислотами и их производными.</p>
Раздел 13. Амины	<p>Классификация аминов. Изомерия. Номенклатура. Получение аминов восстановлением нитросоединений (реакция Н.Н. Зинина), нитрилов, амидов; алкилированием аммиака; из амидов кислот перегруппировкой Гофмана; аминированием галогенопроизводных. Электронное и пространственное строение атома азота в аминах. Физические свойства аминов. Химические свойства. Основность и ее зависимость от природы углеводородного радикала. Реакции аминов: образование солей, алкилирование аминов, ацилирование (получение амидов). Взаимодействие первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой. Особенности проведения реакций электрофильного замещения водорода ядра у аминов. Защита аминогруппы. Сравнение химических свойств аминов жирного и ароматического рядов. Отдельные представители (получение и применение): метил-, диметил-, trimetilamin, этилендиамин, гексаметилендиамин, анилин, N,N-диметиланилин, сульфаниловая кислота. Полиамиды (нейлон, капрон). Техника безопасности при работе с аминами.</p>

Раздел 14. Нитросоединения	<p>Классификация. Изомерия. Номенклатура. Получение нитросоединений жидкофазным и парофазным нитрованием алканов, из галогенопроизводных. Введение нитрогруппы в бензольное ядро и боковую цепь, нитрующие агенты. Условия реакции нитрования и механизм. Ион нитрония, условия его образования, электронное и геометрическое строение. Строение нитрогруппы и ее влияние на углеводородные радикалы. Физические свойства нитросоединений. Химические свойства. Реакция восстановления. Механизм восстановления нитробензола в анилин в кислой среде. Промежуточные продукты, образующиеся при восстановлении нитробензола в щелочной среде. Частичное восстановление. СН-Кислотность. Таутомерия нитросоединений. Взаимодействие со щелочами. Мезомерный анион. Конденсация с карбонильными соединениями, нитрозирование (использование этой реакции для определения строения), галогенирование. Влияние нитрогруппы на скорость и направление реакций электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматических нитросоединениях. Отдельные представители: нитрометан, нитробензол, тринитротолуол, пикриновая кислота (получение, свойства, применение в промышленности). Техника безопасности при работе с нитропроизводными.</p>
Раздел 15. Диазониевые соли и диазосоединения	<p>Реакция diazotирования. Условия ее проведения, механизм. Электронное строение солей диазония. Строение диазосоединений в зависимости от pH среды. Физические свойства солей диазония. Химические свойства. Реакции, протекающие с выделением азота: замещение диазогруппы на галоген, гидрокси- и алкоксигруппы, водород, циано- и нитрогруппу (реакции Зандмайера, Шимана). Реакции, протекающие без выделения азота: образование арилгидразинов и азосочетание. Механизм реакции азосочетания. Условия азосочетания с аминами и фенолами. Азо- и диазосоставляющие. Ограничения реакции азосочетания и условия ее проведения в зависимости от природы азосоставляющей. Азокрасители. Синтез метилоранжа и его индикаторные свойства. Цвет и строение органических соединений. Хромофоры и ауксохромы. Техника безопасности при работе с диазосоединениями.</p>
Раздел 16. Углеводы	<p>Пространственная изомерия. Конфигурация органических молекул. Энантиомерия и диастереомерия. Асимметрический атом углерода. Формулы Фишера. D- и L-ряды гидрокси- и аминокарбонильных соединений. Стереохимические формулы. Оптическая активность. Моносахариды.</p>

	<p>Классификация и стереоизомерия. D- и L-ряды. Кетозы и альдозы. Глицериновый альдегид и дигидроксиацетон. Рибоза, ксилоза. Глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Дезокси- и аминосахара. Дезоксирибоза, глюкозамин, маннозамин, галактозамин. Циклооксогруппа моносахаридов. Пиранозы и фуранозы. Формулы Фишера и Хеорса, а- и б-аномеры. Химические свойства углеводов и их производных: образование гликозидов и их гидролиз, восстановление до многоатомных спиртов, ацилирование аминосахаров. Окисление моносахаридов: гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Взаимопревращение альдоз и кетоз (эпимеризация моносахаридов). Дисахариды. Мальтоза, целлюбиоза, лактоза, сахароза. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Гидролиз дисахаридов. Полисахариды. Строение крахмала, гликогена и целлюлозы.</p>
Раздел 17. Аминокислоты и белки	<p>Общие свойства аминокислот как бифункциональных соединений. Диполярный ион. Механизм действия аминокислотных буферных систем организма. Реакция элиминирования б-аминокислот. Реакция циклизации г-аминокислот. Лактамы. а-Аминокислоты, входящие в состав белков. Их классификация и стереоизомерия. Глицин, аланин, лейцин, изолейцин, валин, серин, треонин, цистеин, метионин, фенилаланин, тирозин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, глутамин, аспаргин, лизин, аргинин, пролин, гистидин, триптофан. Биологически важные реакции а-аминокислот: декарбоксилирование, дезаминирование, окислительное дезаминирование, трансаминирование, элиминирование, гидроксилирование, альдольное расщепление, гидролиз. Образование комплексных соединений. Образование пептидной связи и ее гидролиз. Строение пептидов. Ароматические аминокислоты (п-аминобензойная кислота, п-аминоасацетиловая кислота).</p> <p>Функции белков: каталитические (ферменты); регуляторные (гормоны); транспортные (гемоглобин); защитные (иммуноглобулин); запасные (казеин, альбумин); структурные – строительный материал (коллаген, фибронектин); двигательные (миозин) и другие. Строение белковых молекул. Структура белков.</p>
Раздел 18. Ароматические гетероциклические соединения	<p>Строение, классификация, номенклатура O-, S-, N-гетероциклических соединений, содержащих один гетероатом: оксиран, азиридин, фуран, пираны, тиофен, тиопиран, пиррол, пиридин. Их кислотно-основные свойства. Различие пиррольного и пиридинового атома азота. Алкилирование пиридина. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами</p>

	(азолы): пиразол, имидазол, тиазол, оксазол. Кислотно-основные свойства и таутомерия азолов. Понятие о тетрапиррольных металлокомплексах (гем). Гистидин и гистамин. Шестичленные гетероциклы с двумя атомами азота: пиридазин, пиридин, пиразин. Их производные: никотиновая и изоникотиновые кислоты, никотинамид (витамин РР), пиридоксаль (витамин В6). Индол. Триптофан. Серотонин. Биологически важные гетероциклические системы. Пиримидиновые основания: урацил, тимин, цитозин, барбитуровая кислота. Лактимлактамная и енаиниминная таутомерия. Понятие о барбитуратах. Конденсированные гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пуриновые основания: аденин, гуанин, гипоксантин, ксантины. Их таутомерия. Мочевая кислота, ее соли (ураты). Нуклеотиды и нуклеозиды. Их строение. Конфигурация гликозидного центра. строение пиримидиновых и пуриновых нуклеозидов. Дезоксинуклеотиды. Мононуклеотиды-биорегуляторы (АТФ и ее гидролиз, АДФ, АМФ). Циклический аденоzinмонофосфат (цАМФ). Никотинамидмононуклеотид. Понятие о строении динуклеотидов (кофермент А, НАД+, ФАД). Понятие о строении нукleinовых кислот.
Раздел 19. Биологически активные органические соединения	Понятие о пестицидах. Классификация пестицидов. Алкалоиды. Хлорофиллы. Терпены. Витамины. Флавоноиды. Антибиотики. Хиноны. Лекарственные вещества. Примеры открытых российских ученых
Раздел 20. Методы идентификации органических соединений	Химический анализ: препаративные методы изучения состава, строения и свойства веществ. Принципы физико-химических методов исследования растворов неорганических соединений - оптическая и рентгеновская спектроскопия, криоскопия, эбулиоскопия, рНметрия, потенциометрия, ЯМР-спектроскопия, калориметрия. Кинетические методы исследования. Понятия о физико-химических методах исследования твердого вещества - рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, нейтронография, магнитохимия, термохимические методы, термический анализ, спектроскопия - УФ-, ИК-, оптическая, ЯМР-спектроскопия, определение давления пара. Методы радиоактивных индикаторов. Компьютеризация исследований. Понятие о методах математического моделирования и планирования эксперимента.

6. Образовательные результаты освоения дисциплины (модуля):

Формируемые компетенции (код компетенции, формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (индикаторы достижения компетенций)
ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ИОПК-2.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использует их в профессиональной деятельности, понимает смысл физических, химических и биологических моделей, явлений и процессов ИОПК-2.2 Использует и адаптирует существующие методы математики, физики, химии и биологии для решения прикладных задач в области биоинженерии, биоинформатики

7. Оценочные и методические материалы

7.1. Оценочные материалы для организации текущего контроля

Контрольные работы

- Форма: письменная, синхронная
- Место и время проведения: во время контактной работы в аудитории, согласно расписанию
- Перечень тем контрольных работ
 - Строение, методы получения и химические свойства алканов
 - Строение, методы получения и химические свойства алкенов
 - Строение, методы получения и химические свойства алкинов
 - Строение, методы получения и химические свойства диенов
 - Строение, методы получения и химические свойства аренов
 - Строение, методы получения и химические свойства спиртов
 - Строение, методы получения и химические свойства аминов
 - Строение, методы получения и химические свойства нитросоединений

Пересдача: Не более двух раз

7.2. Оценочные материалы для организации промежуточной аттестации

- Форма проведения: письменная (синхронная), в очном формате в зависимости от расписания. Проведение осуществляется в рамках зачетной недели во втором и четвёртом семестре (4 и 8 модуль дисциплины соответственно).
- Место проведения: учебная аудитория

Перечень контрольных вопросов для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине

1. Теория химического строения органических соединений. Виды связей в органических соединениях (ионная, ковалентная, донорно-акцепторная, семиполярная, водородная).
2. Природа ковалентных связей. Полярность и поляризуемость связей. Представления об электронных смещениях в химических связях. Индуктивный и мезомерный эффект.

3. Описание валентных состояний атома углерода через представление о гибридизации s и p атомных орбиталей.
4. Основные понятия о реакционной способности органических соединений. Факторы, определяющие возможность протекания реакции. Энергетическая кривая, энергия активации, переходное состояние. Лимитирующая стадия. Равновесные реакции, константа равновесия, кинетический и термодинамический контроль.
5. Классификация реакций и реагентов в органической химии по характеру превращений, способу разрыва связи в исходной молекуле, по типу реагента. Электрофильные, нуклеофильные и радикальные реагенты и реакции. Органические ионы и радикалы.
6. Алканы. Гомологический ряд алканов. Общая формула. Изомерия. Номенклатура. Природные источники алканов. Промышленные методы получения. Лабораторные методы получения.
7. Строение алканов. Электронная конфигурация атома углерода в основном и возбужденном состояниях. Строение метана. sp^3 -Гибридизация. Характеристика C-C и C-H σ -связей (длина, энергия, полярность, поляризуемость).
8. Пространственное строение парафинов. Поворотная изомерия. Конформации и конформеры, барьеры вращения. Физические свойства алканов и закономерности их изменения в гомологическом ряду.
9. Химические свойства алканов. Реакции свободнорадикального замещения (галогенирование, нитрование, сульфохлорирование и сульфоокисление). Понятие о цепных реакциях. Механизм S_R. Сравнительная реакционная способность атомов водорода при первичных, вторичных и третичных атомах углерода, строение и стабильность свободных радикалов. Окисление алканов, газ и моторное топливо, октановое число, пути улучшения качества топлива.
10. Алкены. Гомологический ряд. Общая формула. Изомерия. Номенклатура. Способы получения алканов. Правило Зайцева.
11. Строение алкенов. sp^2 -Гибридизация. π -Связь. Характеристика двойной углерод-углеродной связи (в сравнении с σ -связью). Причины отсутствия свободного вращения относительно двойной связи. Геометрическая изомерия. Физические свойства алкенов.
12. Химические свойства. Реакции электрофильного присоединения. Правило Марковникова, его современная трактовка на основе представления о механизме реакции и относительной стабильности карбониевых ионов.
13. Реакция радикального присоединения бромистого водорода, перекисный эффект Карапша. Каталитическое гидрирование алкенов. Окисление алкенов: образование эпоксидов, реакция гидроксилирования по Вагнеру, окислительное расщепление двойной связи, озонолиз (реакция Гарриеса). Реакции радикального замещения, протекающие в аллильное положение (высокотемпературное хлорирование).
14. Полимеризация олефинов. Мономеры, олигомеры, полимеры. Ступенчатая и цепная полимеризация. Значение полимерных материалов. Полиэтилен, полипропилен, поливинилбутилен.
15. Алкины Гомологический ряд. Общая формула. Изомерия. Номенклатура. Промышленные способы получения ацетилена.
16. Строение алкинов. sp -Гибридизация. Характеристика тройной углерод-углеродной связи. Подвижность водорода в алкинах с концевой тройной связью и ее причины. Особенности тройной C≡C связи в сравнении с C=C. Физические свойства алкинов.
17. Химические свойства алкинов. Реакции нуклеофильного присоединения алкинов. Реакции с сохранением тройной связи. CH-Кислотность. Образование ацетиленидов, их взаимодействие с галогеналканами. Галогенирование. Присоединение алкинов к карбонильным соединениям.
18. Ди-, три-, тетра- и полимеризация ацетилена. Промышленные синтезы на основе ацетилена. Получение акрилонитрила, винилацетилена, хлористого винила, виниловых эфиров, изопрена, уксусного альдегида.

19. Алкадиены. Три типа диеновых углеводородов. Номенклатура. Методы получения алкадиенов. Строение диенов с сопряженными двойными связями. Понятие о делокализованных связях. Энергия сопряжения. Физические свойства алкадиенов.
20. Химические свойства диенов. Электрофильное присоединение галогенов и галогеноводородов (1,2- и 1,4-присоединение). Механизм этих реакций. Энергетический профиль реакции. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле.
21. Диеновый синтез. Полимеризация сопряженных диенов. Натуральный и синтетический каучук. Вулканизация каучука и получение резины.
22. Циклоалканы. Классификация алициклических соединений. Номенклатура. Изомерия. Методы получения. Физические свойства циклоалканов.
23. Химические свойства циклоалканов в зависимости от размеров цикла: катализическое гидрирование, взаимодействие с галогенами и галогеноводородами, окисление, изомеризация.
24. Теория напряженности циклов А.Байера. Современные представления о строении трех-, четырех- и шестичленных циклов. Конформации циклогексана и его производных. Аксиальные и экваториальные связи. Особое место циклопропана. Получение и применение циклоалканов и их производных. Циклоалкены. Цикlopентадиен. Получение и свойства. Полиэдралы.
25. Арены. Углеводороды ряда бензола. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Природные источники ароматических соединений. Синтетические методы получения.
26. Ароматичность и комплекс свойств, характеризующих ее. Современные представления о строении бензола. Энергия делокализации. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы.
27. Химические свойства бензола. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре (S_EAr). Механизм, понятие о *p*- и *s*-комплексах. Энергетический профиль реакции. Примеры S_E реакций.
28. Поведение производных бензола в реакциях S_EAr . Правила ориентации в ряду бензола. Заместители I и II рода. Влияние природы заместителя на устойчивость *s*-комплексов и направление S_E реакций. Согласованная и несогласованная ориентация.
29. Реакции гомологов бензола с участием боковой цепи: галогенирование, окисление. Реакции присоединения. Сравнительная реакционная способность аренов и алkenов в отношении реакций присоединения.
30. В билете включается два теоретических вопроса и цепочка превращений.
31. Критерии оценивания:
 32. Корректность выполнения заданий — до 4 баллов;
 33. Полнота и аргументация ответов — до 4 баллов;
 34. Владение профессиональной лексикой — до 2 баллов.
 35. Максимальное количество баллов за экзамен — 10.

7.3. Методические рекомендации

Обучение по дисциплине предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (практические занятия) и в ходе самостоятельной работы студентов. Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

Обучение по дисциплине проводится последовательно путем проведения практических занятий с углублением и закреплением полученных знаний в ходе самостоятельной работы с последующим переводом знаний в умения в ходе практических занятий. Получение углубленных знаний по изучаемой дисциплине достигается за счет дополнительных часов к аудиторной работе самостоятельной работы студентов. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с дополнительной научной литературой по проблематике дисциплины, анализа научных концепций и современных подходов к осмыслению рассматриваемых проблем. К

самостоятельному виду работы студентов относится работа в библиотеках, в электронных поисковых системах и т.п. по сбору материалов, необходимых для проведения практических занятий или выполнения конкретных заданий преподавателя по изучаемым темам. Обучающиеся могут установить электронный диалог с преподавателем, выполнять посредством него контрольные задания.