

**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 Биотехнология и биоинформатика     |
| Направленность (профиль): | Биотехнология                               |

### 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 углеводов, 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 $\sigma$ -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. Циклопентадиен. Получение и свойства. Полиэдраны.  |
| Раздел 4. Алкены      | Гомологический ряд. Общая формула. Номенклатура. Строение алкенов. $sp^2$ -Гибридизация. $\pi$ -Связь. Характеристика двойной углерод-углеродной связи (в сравнении с $\sigma$ -связью). Причины отсутствия свободного вращения относительно двойной связи. Геометрическая изомерия. Физические свойства алкенов. Химические свойства. Каталитическое гидрирование алкенов. Реакции электрофильного присоединения галогенов, галогеноводородов, кислот  |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <p>(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 Караша. Окисление алкенов: образование эпоксидов, реакция гидроксилирования по Вагнеру, окислительное расщепление двойной связи, озонлиз (реакция Гарриеса). Реакции радикального замещения, протекающие в аллильное положение (высокотемпературное хлорирование). Полимеризация олефинов. Мономеры, олигомеры, полимеры. Ступенчатая и цепная полимеризация. Значение полимерных материалов. Полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен. 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.</p> |
| Раздел 5. Алкадиены | <p>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, ацетилен; изопрена - из ацетилен и ацетона; хлоропрена - из ацетилен. Сополимеризация. Вулканизация каучука и получение резины.</p>  |
| Раздел 6. Алкины    | <p>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 таутомерии, правило Эльтекова. Сравнение реакционной способности алкенов и алкинов. Особенности тройной <math>C\equiv C</math> связи в сравнении с <math>C=C</math>.</p>   |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>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.</p>   |
| Раздел 7. Арены  | <p>Углеводороды ряда бензола. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Ароматичность и комплекс свойств, характеризующих ее. Современные представления о строении бензола. Энергия делокализации. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы. Физические свойства углеводородов ряда бензола. Химические свойства бензола. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре (<math>S_EAr</math>). Механизм, понятие о сигма- и пи-комплексах. Энергетический профиль реакции. Примеры <math>S_E</math> реакций: галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, арилирование. Поведение производных бензола в реакциях <math>S_EAr</math>. 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 <math>S_E</math> 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.</p> |
| Раздел 8. Методы выделения и очистки органических соединений | <p>Перекристаллизация. Возгонка. Перегонка. Экстракция. Высаливание. Хроматография. Определение констант чистоты органического</p>   |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>вещества (температура плавления, кипения, показатель преломления).</p>   |
| <p>Раздел 9. Галогенопроизводные углеводородов</p>  | <p>Классификация. Галогенопроизводные со связью C(sp<sup>3</sup>)-галоген. Номенклатура. Методы получения: прямое галогенирование, реакции присоединения к алкенам, 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 (S<sub>N</sub>1 и S<sub>N</sub>2). Реакционная способность галогенопроизводных в зависимости от природы галогена и строения радикала. Реакции элиминирования. Механизмы E1 и E2. Правило Зайцева. <math>\beta</math>-Элиминирование. Реакции с металлами (магнием). Восстановление алкилгалогенидов до углеводородов. Отдельные представители галогенопроизводных: продукты хлорирования метана, дихлорэтан, перфторуглеводороды, фреоны. Галогенопроизводные со связью C(sp<sup>2</sup>)-галоген. Номенклатура. Получение галогеналкенов: из дигалогеналканов, из алкинов. Способы получения галогенаренов: прямое галогенирование аренов; с использованием солей диазония. 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. Отдельные представители: винилхлорид, тетрафторэтилен, тефлон, хлоропрен, хлорбензол, хлорфенолы, диоксины. Токсикологические свойства и техника безопасности при работе с галогенопроизводными.</p> |
| <p>Раздел 10. Гидроксипроизводные углеводородов</p> | <p>Гидроксипроизводные со связью C(sp<sup>3</sup>)-ОН. Одноатомные спирты. Номенклатура. Изомерия. Получение спиртов гидролизом галогеналканов, гидратацией алкенов, восстановлением альдегидов и кетонов, взаимодействием магниорганических 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 алкенов 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, этиленгликолем.</p> <p>Гидроксипроизводные со связью <math>C(sp^2)-OH</math>. 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 <math>C=O</math> и <math>C=S</math>. 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> |

|   |  |
|---|--|
| <p>Раздел 12. Карбоновые кислоты и их производные</p> | <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> |
| <p>Раздел 13. Амины</p>                               | <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-, триметиламин, этилендиамин, гексаметилендиамин, анилин, N,N-диметилаанилин, сульфаниловая кислота. Полиамиды (найлон, 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 диазотирования. Условия ее проведения, механизм. Электронное строение солей диазония. Строение диазосоединений в зависимости от рН 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 аминсахара. Дезоксирибоза, глюкозамин, маннозамин, галактозамин. Циклооксотаутомерия моносахаридов. Пиранозы и фуранозы. Формулы Фишера и Хеуорса, α- и β-аномеры. Химические свойства углеводов и их производных: образование гликозидов и их гидролиз, восстановление до многоатомных спиртов, ацилирование аминсахаров. Окисление моносахаридов: гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Взаимопревращение альдоз и кетоз (эпимеризация моносахаридов). Дисахариды. Мальтоза, целлобиоза, 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 β-аминокислот. Реакция циклизации γ-аминокислот. Лактамы. α-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 α-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, паминосалициловая кислота).<br/>         Функции белков: каталитические (ферменты); регуляторные (гормоны); транспортные (гемоглобин); защитные (иммуноглобулин); запасные (казеин, альбумин); структурные – строительный материал (коллаген, фиброин); 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>   |

|  |   |
|--|---|
|  | <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, пиримидин, 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. Лактимлактаминная и енамин-иминная таутомерия. Понятие о барбитуратах. Конденсированные гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пуриновые основания: аденин, гуанин, гипоксантин, ксантин. 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 аденозинмонофосфат (цАМФ). Никотинамидмононуклеотид. Понятие о строении динуклеотидов (кофермент А, НАД<sup>+</sup>, ФАД). Понятие о строении нуклеиновых кислот.</p> |
| Раздел 19. Биологически активные органические соединения | <p>Понятие о пестицидах. Классификация пестицидов. Алкалоиды. Хлорофиллы. Терпены. Витамины. Флавоноиды. Антибиотики. Хиноны. Лекарственные вещества. Примеры открытий российских ученых</p>  |
| Раздел 20. Методы идентификации органических соединений  | <p>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.</p>  |

## 6. Образовательные результаты освоения дисциплины (модуля):

| Формируемые компетенции<br>(код компетенции, формулировка)  | Планируемые результаты<br>обучения по дисциплине<br>(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 четвертом 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  $\sigma$ -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 сулфоокисление). 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 алкенов. Правило Зайцева.
11. Строение алкенов.  $sp^2$ -Гибридизация.  $\pi$ -Связь. Характеристика двойной углерод-углеродной связи (в сравнении с  $\sigma$ -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 Караша. Каталитическое гидрирование алкенов. Окисление алкенов: образование эпоксидов, реакция гидроксирования 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, полиизобутилен.
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  $C\equiv C$  связи в сравнении с  $C=C$ . Физические свойства алкинов.
17. Химические свойства алкинов. Реакции нуклеофильного присоединения алкинов. Реакции с сохранением тройной связи.  $C\equiv N$ -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: каталитическое 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. Циклопентадиен. Получение и свойства. Полиэдраны.
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 алкенов 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.