Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 17:17:30
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии
_____ Ю.В. Данильчук
«__» 07 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Органическая химия»

Направление подготовки
19.03.01 «Биотехнология»

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.08.2021 № 736 и основной образовательной программы высшего профессионального образования ООП ВО, разработанной в Московском политехническом университете.

Программу составил:
доцент, к.х.н. /С.М. Крамер/

Программа «Органическая химия» утверждена на заседании кафедры “ХимБиотех”
«29» августа 2022 г., протокол № 12

Зав. кафедрой «ХимБиотех» проф., д.б.н. /Т.И. Громовых/
«29» августа 2022 г

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»

Доцент, к.б.н. /Е.С. Горшина/
«29» августа 2022 г

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Органическая химия» следует отнести:

– дать студентам знания основных теоретических положений органической химии (о строении, свойствах и реакционной способности важнейших классов органических соединений);

– обучить студентов навыкам практической работы с органическими веществами, химической посудой и приборами;

– сформировать у студентов целостную систему химического мышления.

– подготовить студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Органическая химия» следует отнести:

– получение студентами знаний об основных классах органических соединений;

– получение студентами знаний о взаимопревращениях органических соединений, типами реакций, наиболее важными механизмами;

– раскрытие связи дисциплины с другими химическими и биологическими дисциплинами, физикой, химической технологией и др.

– освоение студентами базовых методов и приемов работы с органическими веществами, освоить современных методов разделения, определения констант и доказательства строения органических соединений;

– освоение студентами знаний по технике безопасности при работе с химическими веществами.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Органическая химия» относится к числу профессиональных учебных дисциплин обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы бакалавриата (Б1.1.14).

Дисциплина «Органическая химия» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части Блока 1:

– Общая и неорганическая химия,

– Аналитическая химия и физико-химические методы анализа,

– Общая биология и микробиология,

– Биохимия,

– Основы биотехнологии,

– Основы молекулярной биологии.

В вариативной части Блока 1:

– Основы генной инженерии,
– Молекулярная и клеточная биотехнология,
– Физическая химия,
– Коллоидная химия,
– Химия биологически активных веществ,

В дисциплинах по выбору Блока 1:
– Микробная биотехнология,
– Основы разработки лекарственных средств,
– Медицинская биохимия.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	● ИОПК-1.1. Знает законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи ● ИОПК-1.2. Способен изучать и анализировать биологические объекты и процессы ● ИОПК -1.3. Владеет навыками использования в профессиональной деятельности биологических объектов и процессов
ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	● ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ● ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ● ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

Форматированная таблица

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа), из которых самостоятельная работа студентов – 36 часа.

(18 часов – лекции, 18 час – практические занятия). Форма контроля –экзамен.

Структура дисциплины по видам работы представлена в Приложении 2.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **8** зачетных единиц (**288** академических часов, из них 162 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Органическая химия» изучаются на первом и втором курсах.

Второй семестр: лекции – 18 часов, лабораторные работы 36 часов, форма контроля – зачёт.

Третий семестр: лекции – 54 часов, лабораторные работы – 18 часов, форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Органическая химия» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Второй семестр

Тема 1. Теоретические основы органической химии

Предмет органической химии. Основные положения теории химического строения органических соединений (А. М. Бутлеров).

Понятие электронной плотности и орбиталей, их типы и гибрибизация. Строение электронной оболочки атомов, понятие валентных электронов. Типы химических связей в органических соединениях: ионная, ковалентная (полярная и неполярная; σ- и π-связи).

Электронные эффекты заместителей (индуктивный и мезомерный; эффект сопряжения) и их совместное действие.

Понятия основности и кислотности: кислоты Бренстеда и Льюиса; сила кислот и оснований.

Понятие о механизмах реакций, классификация реакций в органической химии.

Изомерия молекул органических веществ: структурная и пространственная (понятие хиральности, R,S-номенклатура, формулы Фишера, понятие о энантиомерах, диастереомерах, рацемате и мезо-форме).

Тема 2. Алканы. sp^3-гибридизация атома углерода в алканах. Изомерия, гомологический ряд алканов, его общая формула и номенклатура ИЮПАК. Понятие первичного, вторичного, третичного и четвертичного атомов углерода. Радикалы (алкилы): определение и названия.

Способы получения алканов: из непредельных углеводородов, галогенпроизводных, альдегидов, кетонов и карбоновых кислот.

Химические свойства алканов: реакции радикального замещения (механизм реакции галогенирования; сульфогалогенирование,

сульфоокисление, нитрование; соотношение продуктов реакции), реакции окисления и дегидрирования.

Тема 3. Циклоалканы. sp^3-гибридизация атома углерода в циклоалканах. Изомерия, гомологический ряд циклоалканов, его общая формула и номенклатура ИЮПАК. Строение молекул циклопропана (угловое напряжение Байера, понятие банановых связей) и циклогексана (конформации молекулы, аксиальные и экваториальные заместители).

Способы получения циклоалканов: из циклических предшественников (из непредельных углеводородов, галогенпроизводных, альдегидов, кетонов и карбоновых кислот) и ациклических предшественников (внутримолекулярная реакция Вюрца, пиролиз солей дикарбоновых кислот, реакция Дильса-Альдера).

Химические свойства циклоалканов: реакции радикального замещения (галогенирование; сульфогалогенирование, сульфоокисление, нитрование; соотношение продуктов реакции), раскрытия цикла, реакции окисления и дегидрирования.

Тема 4. Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Лабораторная посуда. Общие правила нахождения и работы в лаборатории. Правила работы с пробирками. Правила работы со спиртовыми горелками. Правила утилизации отходов кислот, щелочей, органических растворителей и легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ). Правила работы с кислотами и щелочами, правила их нейтрализации и обработки ожогов. Устройство и правила работы с вытяжным шкафом. Правила хранения и работы со щелочными металлами. Правила тушения возгораний различной природы. Правила работы с приборами, находящимися под вакуумом. Правила хранения и работы с ЛВЖ. Правила работы с хлорорганическими соединениями, бромом, бензолом и метанолом. Правила работы со ртутью и правила её утилизации.

Виды посуды, используемой в химической лаборатории (стеклянная, фарфоровая, пластиковая). Правила мытья лабораторной посуды. Шлифы (керн, муфта) и их основные размеры. Назначение различной посуды в химической лаборатории: пробирки, стаканы, колбы (круглодонные, плоскодонные, грушевидные, конические, одногорлые, многогорлые, Вюрца), переходники, чашки Петри, воронки (наливные, насыпные, капельные, делительные), фильтры (стеклянные, фарфоровые), холодильники, дефлегматоры, хлоркальциевые трубки, алонжи.

Тема 5. Методы очистки веществ. Методы очистки твёрдых и жидких веществ. Перегонка: виды перегонки (простая, вакуумная, с водяным паром, азеотропная, ректификация) и их принципы; типы примесей, удаляемых с помощью перегонки, понятие предгона и кубового остатка. Виды холодильников для перегонки, их выбор; сборка прибора для перегонки; использование дефлегматоров, хлоркальциевых трубок, «кипелок». Азеотропные смеси и их разделение с помощью перегонки. Особенности сборки прибора для вакуумной перегонки.

Перекристаллизация: принцип метода, последовательность операций для проведения перекристаллизации. Выбор растворителя, типы примесей,

удаляемых с помощью перекристаллизации, использование активированного угля, влияние скорости охлаждения на процесс кристаллизации, понятие «затравки». Фильтрование: разновидности используемых фильтров (бумажные, стеклянные, Бюхнера), устройство водоструйного насоса, необходимость использования предохранительной склянки, понятие маточного раствора. Методы высушивания жидкостей (использование различных осушителей) и твёрдых веществ (устройство эксикаторов).

Возгонка: принцип метода и примеры. Лиофилизация.

Хроматографические методы очистки: виды хроматографии (по типу используемой подвижной фазы, по принципу разделения, по назначению). Принципы методов адсорбционной, ионообменной и эксклюзионной (гель-фильтрационной) хроматографии. Метод тонкослойной хроматографии (ТСХ): подвижная и неподвижная фазы, понятия сорбента и элюента, свойства силикагеля, прямая и обратная фазы. Подвижность веществ на ТСХ и величина, характеризующая подвижность, её оптимальные значения. Факторы, влияющие на подвижность веществ на ТСХ: природа разделяемых веществ, природа неподвижной фазы, природа подвижной фазы (элюотропный ряд растворителей). Техника проведения метода ТСХ: нанесение пробы, проведение разделения, методы проявления пятен, понятие «краевых эффектов» и «свидетеля».

Третий семестр

Тема 6. Алкены и алкадиены. sp^2-гибридизация атома углерода в алкенах, электронная природа и геометрия двойной связи. Структурная и пространственная изомерия (цис-транс и E-Z номенклатура), гомологический ряд алкенов и сопряжённых диенов, его общая формула и номенклатура ИЮПАК.

Способы получения алкенов и алкадиенов: из алканов, алкинов (стереоселективное восстановление), спиртов (синтез бутадиена по методу Лебедева), алкилгалогенидов, с использованием фосфорных илидов. Правила Зайцева и Гофмана.

Химические свойства алкенов и алкадиенов: электрофильное присоединение по двойной связи (механизм реакций Ad_E, правило Марковникова и его обоснование с точки зрения механизма, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация; 1,2- и 1,4-присоединение к диенам), гидратация против правила Марковникова (гидроборирование-окисление), радикальное присоединение (механизм реакции гидрогалогенирования Ad_R, перекисный эффект Хараша), радикальное замещение (аллильное галогенирование), восстановление, окисление (по Прилежаеву, по Вагнеру).

Тема 7. Алкины. sp-гибридизация атома углерода в алкинах, электронная природа и геометрия тройной связи. Структурная изомерия, гомологический ряд алкинов, его общая формула и номенклатура ИЮПАК.

Способы получения алкинов: из карбида кальция, алкенов, алкилгалогенидов, альдегидов и кетонов.

Химические свойства алкинов: кислотные свойства алкинов, электрофильное присоединение по тройной связи (механизм реакций Ad_E, правило Марковникова и его обоснование с точки зрения механизма, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация по Кучерову, понятие кето-енольной таутомерии, гидратация винилацетилена, присоединение других электрофилов), гидратация против правила Марковникова (гидроборирование-окисление), радикальное присоединение (Ad_R, перекисный эффект Хараша), восстановление, окисление.

Тема 8. Арены. sp^2-гибридизация атома углерода в аренах, электронная природа и геометрия двойных связи бензольного кольца. Структурная изомерия, гомологический ряд аренов, его общая формула и номенклатура ИЮПАК (орто-, мета-, пара-положения; тривиальные названия). Понятие ароматичности и условия ароматичности (правило Хюккеля); понятие о резонансе.

Методы получения аренов: реакция Вюрца-Фиттига, декарбоксилирование бензойных кислот, реакции в боковых цепях

Химические свойства аренов: окисление, электрофильное замещение в бензельном кольце (механизмы реакций S_E и образования соответствующих электрофильных частиц, нитрование, сульфирование, галогенирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу, методы получения карбокатионов, понятие о скелетных перегруппировках карбокатионов). Типы заместителей в бензольном кольце и их ориентирующее влияние на реакции S_E, согласованная и несогласованная ориентация. Реакции галогенирования в ароматическое ядро и боковую цепь. Реакции S_E в конденсированных аренах.

Тема 9. Галогенпроизводные. Изомерия и номенклатура (заместительная и радикально-функциональная).

Методы получения галогенпроизводных: из алканов (S_R), алкенов, алкинов, алкадиенов (Ad_E и Ad_R), аренов (S_E), спиртов (замещение гидроксильной группы на галоген), альдегидов и кетонов, карбоновых кислот, солей диазония, других галогенпроизводных.

Химические свойства галогенпроизводных: реакции нуклеофильного замещения с различными типами нуклеофилов (O-, S-, N-, H-, C-, P-, Hal-нуклеофилы). Представление о механизмах реакций нуклеофильного замещения (S_N1 и S_N2), факторы, влияющие на протекание реакции по тому или иному механизму. Реакции β-элиминирования (отщепления) галогенпроизводных, правила Зайцева и Гофмана, представление о механизмах реакций элиминирования (E1 и E2), факторы, влияющие на протекание реакции по тому или иному механизму. Реакции галогенпроизводных с металлами. Реакции нуклеофильного замещения галогенопроизводных ароматических углеводородов.

Тема 10. Спирты и фенолы. Гомологический ряд спиртов и фенолов, их изомерия и номенклатура (заместительная и радикально-функциональная, вицинальные и геминальные спирты).

Методы получения спиртов и фенолов: с использованием реактивов Гриньяра (из альдегидов и кетонов, из сложных эфиров), реакциями восстановления (из альдегидрв и кетонов, из сложных эфиров), гидратацией алкенов (по правилу Марковникова и против него), гидролизом алкилгалогенидов. Получение вицинальных диолов из алкенов, оксиранов, вицинальных дигалогенидов. Получение фенолов гидролизом арилгалогенидов, солей диазония, кумольным синтезом.

Химические свойства спиртов и фенолов: кислотные и основные свойства; реакции с электрофилами (алкилирование, ацилирование спиртов, их реакции с альдегидами и кетонами, реакция Вильямсона получения простых эфиров, реакции S_E в бензольное кольцо фенолов, получение ацетилсалициловой кислоты по Кольбе); реакции с нуклеофилами (реакции с галогеноводородами, спиртами, галогенидами фосфора и серы). Дегидратация спиртов (правила Зайцева и Гофмана, представление о механизмах реакций элиминирования (Е1 и Е2)), окисление спиртов (до карбонильных соединений, до карбоновых кислот, окислительное расщепление вицинальных многоатомных спиртов, окисление фенолов).

Тема 11. Альдегиды и кетоны. Гомологический ряд карбонильных соединений, их изомерия и номенклатура.

Методы получения карбонильных соединений: из алкинов (гидратация по правилу Марковникова и против), из геминальных дигалогенидов, из одноатомных и многоатомных спиртов, из производных альдегидов и кетонов, из производных карбоновых кислот, на основе ацетоуксусного эфира; формилированием и ацилирование (по Фриделю-Крафтсу) аренов. Получение α,β-непредельных альдегидов и кетонов из α-галогензамещённых производных, альдольно-кротоновой конденсацией, гидратацией винилацетиленов.

Химические свойства карбонильных соединений: кислотные свойства, кето-енольная таутомерия, реакции нуклеофильного присоединения (с O-, S-, N-, H-, C-, Hal-нуклеофилами), кислотный и основный катализ реакций Ad_N, основания Шиффа, альдольно-кротоновая конденсация. 1,4-Присоединение нуклеофилов к α,β-непредельным карбонильным соединениям. α-Галогенирование предельных и непредельных карбонильных соединений, галоформное расщепление, алкилирование в α-положение. Реакция Перкина ароматических альдегидов. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов (реакция серебряного зеркала), восстановительное аминирование.

Тема 12. Карбоновые кислоты. Гомологический ряд карбоксильных соединений, их изомерия и номенклатура.

Методы получения карбоновых кислот: на основе реактивов Гриньяра, реакциями окисления, гидролизом производных карбоновых кислот, на основе малонового эфира.

Методы получения производных предельных и непредельных карбоновых кислот: солей, ангидридов (простых, смешанных, циклических), галогенангидридов, сложных эфиров, амидов, нитрилов, кетенов. Получение непредельных карбоновых кислот из предельных через α-галогенирование.

Получение ароматических карбоновых кислот окислением боковых цепей аренов.

Химические свойства предельных и непредельных карбоновых кислот и их производных: OH- и CH-кислотность, реакции нуклеофильного замещения (с O-, N-, H-, C-нуклеофилами), кислотный и основный катализ реакций S_N. Кислотные свойства малоновой кислоты и малонового эфира, их реакции с электрофилами. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе карбонильных соединений. α-Галогенирование карбоновых кислот, алкилирование и ацилирование в α-положение. Получение N-замещённых амидов, сложных эфиров и ангидридов. Реакции декарбоксилирования кислот.

Химические свойства производных угольной кислоты (фосген, карбонаты, карбаматы, мочевины).

Тема 13. Азотсодержащие соединения.

Строение нитрогруппы, мезомерный эффект; CH-кислотность в α-положении к нитрогруппе.

Методы получения нитросоединений: нитрование алканов и аренов, алкилирование нитритов, окисление аминов.

Химические свойства нитросоединений: реакции с электрофильными реагентами по α-положению к нитрогруппе (с галогенами, карбонильными соединениями, с активированной двойной связью (реакция Михаэля)); реакции восстановления (реагенты и способы получения различных восстановленных производных нитрогруппы).

Строение молекулы аммиака и аминов; первичные, вторичные, третичные амины и четвертичные аммониевые соли. Основность аминов и влияние различных факторов на неё.

Методы получения аминов: реакции восстановления нитросоединений, оксимов, амидов; восстановительное аминирование карбонильных соединений; прямое и непрямое алкилирование аминов.

Химические свойства аминов: алкилирование, ацилирование, взаимодействие с карбонильными соединениями (кислотный и основный катализ реакций Ad_N, основания Шиффа). Нитрозирование алифатических (первичных и вторичных) и ароматических аминов. Получение солей диазония и их химические свойства (реакции замены диазогруппы на атомы галогенов, водорода, цианогруппу, гидроксильную группу с выделением азота; реакции с N- и C-нуклеофилами, реакция азосочетания и её механизм S_E).

Строение молекул α-аминокислот; понятие цвиттер-иона и изоэлектрической точки. Незаменимые аминокислоты, их строение и номенклатура.

Методы получения α-аминокислот: из карбоновых кислот (через α-галогенирование), по Габриэлю, по Штреккеру.

Химические свойства аминокислот: реакции по карбоксильной группе (получение сложных эфиров, галогенангидридов, амидов) и по аминогруппе (алкилирование, ацилирование, дезаминирование). Общая стратегия синтеза пептидов: понятие пептидной связи и способ её образования, C- и N-концы

полипептидной цепи; защитные группы для аминогруппы (амидные и уретанового типа) и карбоксильной группы (сложноэфирные), принцип их использования, способы введения и удаления.

Тема 14. Углеводы. Гомологические ряды углеводов, их классификация по числу углеводных остатков, числу атомов углерода, характеру карбонильной группы. Открытая и циклические (пиранозная и фуранозная) формы, явление мутаротации. Типы циклической связи атомов, полуацетальная (гликозидная) гидроксильная группа, определение аномеров, формулы Фишера и Хеуорса.

Методы получения углеводов: методы наращивания и сокращения углеводной цепи.

Химические свойства углеводов: реакции восстановления и окисления (до альдаровых и альдоновых кислот, перйодатное окисление), понятие восстанавливающих и невосстанавливающих сахаров. Реакции алкилирования и ацилирования углеводов, реакции с карбонильными соединениями (получение полных ацеталей вицинальных гидроксильных групп). Характерные особенности полуацетальной гидроксильной группы, подвижность атома водорода гидроксильной группы аномерного центра. Получение O- и N-гликозидов.

Примеры дисахаридов (мальтоза, лактоза, сахароза) и полисахаридов (целлюлоза), их строение и свойства.

Тема 15. Гетероциклические соединения. Гомологические ряды гетероциклов, их номенклатура и ароматичность.

Способы получения пяти- и шестичленных гетероцикличеких соединений из соответствующих дикарбонильных соединений.

Химические свойства пятичленных гетероциклических соединений: реакции электрофильного замещения (их регионаправленность), восстановления, присоединения к фурану; ацидофобность фурана и пиррола; кислотность пиррола.

Химические свойства шестичленных гетероциклических соединений: реакции электрофильного замещения (их регионаправленность), нуклеофильного замещения (их регионаправленность); основные и нуклеофильные свойства.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Органическая химия» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных форм проведения групповых аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме защиты лабораторных работ;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме выполнения домашних контрольных работ;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме выполнения контрольных работ.

Предусмотрена возможность использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского Политеха (https://lms.mospolytech.ru/).

Занятия лекционного типа составляют 57% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

Во втором семестре

- следящий текущий контроль: оценка выполнения обучающимися заданий в ходе аудиторных занятий;
- текущий контроль: оценка выполнения обучающимися самостоятельной работы (индивидуально для каждого обучающегося) (контрольные работы и домашние контрольные работы);
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита;
- промежуточная аттестация (контроль) – зачёт.

В третьем семестре

- следящий текущий контроль: оценка выполнения обучающимися заданий в ходе аудиторных занятий;
- текущий контроль: оценка выполнения обучающимися самостоятельной работы (индивидуально для каждого обучающегося) (контрольные работы и домашние контрольные работы);
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита;
- итоговая аттестация (контроль) – экзамен.

Вопросы к защите лабораторных работ, образцы вариантов контрольных работ, домашних контрольных работ, промежуточного контроля (билеты для письменной зачётной работы) и итогового контроля (экзаменационные билеты) приведены в Приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ИОПК-1.1. Знает законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи ИОПК-1.2. Способен изучать и анализировать биологические объекты и процессы ИОПК -1.3. Владеет навыками использования в профессиональной деятельности биологических объектов и процессов
ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

Форматированная таблица

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях				
Знает законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний законов и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний законов и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи. Допускает значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний законов и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний законов и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
Способен изучать и анализировать биологические объекты и процессы	Обучающийся не способен изучать и анализировать биологические объекты и процессы	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие способностей изучать и анализировать биологические объекты и процессы.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие способностей изучать и анализировать биологические объекты и процессы. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся способен изучать и анализировать биологические объекты и процессы. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеет навыками использования в профессиональной деятельности биологических объектов и процессов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками использования в профессиональной деятельности	Обучающийся владеет навыками использования в профессиональной деятельности биологических объектов и процессов, но допускаются значительные ошибки,	Обучающийся частично владеет навыками использования в профессиональной деятельности биологических объектов и	Обучающийся в полном объеме владеет навыками использования в профессиональной деятельности биологических объектов и

Форматированная таблица

	биологических объектов и процессов	проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	процессов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы				
Знает базовые математические, физические, физико-химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний базовых физико-химических, химических методов, применяемых в биотехнологии.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний базовых физико-химических, химических методов, применяемых в биотехнологии. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний базовых физико-химических, химических методов, применяемых в биотехнологии, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний базовых физико-химических, химических методов, применяемых в биотехнологии, свободно оперирует приобретенными знаниями.
Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии.	Обучающийся демонстрирует неполный навык владений основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичный навык владений основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полный навык владений основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	Обучающийся не готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	Обучающийся не в полном объёме готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной и итоговой аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится в по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Органическая химия» (контрольные работы, домашние контрольные работы, защита лабораторных работ).

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Форматированная таблица

Незачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма итоговой аттестации: экзамен.

Итоговая аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по экзаменационным билетам либо итогового тестирования. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К итоговой аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Органическая химия» (контрольные работы, домашние контрольные работы, защита лабораторных работ).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные неточности при переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, однако не может их применять в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Студент не в полном объёме демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными

Форматированная таблица

	знаниями, умениями, навыками, однако испытывает значительные затруднения при их применении в новых ситуациях, не может их применять в ситуациях повышенной сложности.
Неудовлетворительно	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. О.А. Котыхова, Д.В. Лоншаков, А.В. Матвеев. Органическая и биоорганическая химия: учебное пособие: в 3 ч. Часть 1: Номенклатура и теоретические основы реакционной способности органических соединений. Углеводороды. /М.: Московский Политех, 2019. – 208 с. (ISBN 978-5-2760-2561-2).
2. О.А. Котыхова, Д.В. Лоншаков, А.В. Матвеев. Органическая и биоорганическая химия: учебное пособие: в 3 ч. Часть 2: Кислородсодержащие соединения. Текстовое электронное издание/ М.: Московский Политех, 2021 (ISBN 978-5-2760-2561-2).
3. Агеева Ю.С., Русакова С.М., Горичев И.Г., Зык Н.В., Артамонова И.В. Органическая химия. /М.: МГТУ «МАМИ», 2010 – 112 с.

б) дополнительная литература:

1. Бадаев Ф.З. Органическая химия: учебно-методическое пособие /Ф.З. Бадаев, А.Х. Хайри; отв. ред. Н.П. Стукалова - М.: МГИУ, 2007 – 112 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

Программное обеспечение не предусмотрено.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированные учебные лаборатории кафедры «ХимБиотех» ауд. ПК-511, ПК-433, ПК-411, ПК-526, ПК-528, оснащены:

- доской аудиторной с мелом;
- мультимедийной установкой: современные средства воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов, состоящие из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, персонального компьютера с интерфейсами подключения: USB, audio, VGA. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, что позволяет проводить лекции и лабораторные работы обучающихся в удобной и доступной для них форме
- химической посудой и приборами для выполнения лабораторных работ: электронные аналитические весы, вытяжные шкафы, водоструйные насосы, магнитные мешалки с нагревом, электрические плитки, стеклянная термостойкая посуда на шлифах, горелки спиртовые, термометры, ареометры, автоматические пипетки-дозаторы с наконечниками.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и лабораторным занятиям;
- подготовку к защите лабораторных работ;
- подготовку к контрольным работам.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более

плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой и интернет-ресурсами. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый интерактивный подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно прочитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий (лабораторных работ) таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, лабораторные работы, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Органическая химия» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к лабораторной работе.

При этом во всех частях лекции необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Цель практических занятий (лабораторных работ) - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

В лекционных или практических занятиях необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Органическая химия» по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» (бакалавр)

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
1	**Второй семестр**										
1.1	**Тема 1. Теоретические основы органической химии** Предмет органической химии. Понятие электронной плотности и орбиталей, их типы и гибрибизация. Строение электронной оболочки атомов. Типы химических связей в органических соединениях. Электронные эффекты заместителей и их совместное действие. Понятия основности и кислотности. Изомерия молекул органических веществ: структурная и пространственная. ***Выдача домашней контрольной работы***	**2**	**4**		**4**	**6**	**+**				
1.2	**Тема 2. Алканы.** sp^3-гибридизация атома углерода в алканах. Изомерия, гомологичес-кий ряд алканов, его общая формула и номенклатура ИЮПАК. Понятие первичного, вторичного, третичного и четвертичного атомов	**2**	**4**		**4**	**6**	**+**				

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
	углерода. Радикалы (алкилы): определение и названия. Способы получения алканов. Химические свойства алканов. **Тема 3. Циклоалканы.** sp^3-гибридизация атома углерода в циклоалканах. Изомерия, гомологический ряд цикло-алканов, его общая формула и номенклатура ИЮПАК. Строение молекул циклопропана и циклогексана. Способы получения циклоалканов. Химические свойства циклоалканов. ***Выполнение домашней контрольной работы***										
1.3	**Тема 4. Техника безопасности при работе в химической лаборатории.** Общие правила нахождения и работы в лаборатории. Правила работы с пробирками. Правила работы со спиртовыми горелками. Правила утилизации отходов. Правила работы с кислотами и щелочами. Устройство и правила работы с вытяжным шкафом. Правила хранения и работы со щелочными металлами. Правила тушения возгораний различной природы. Правила работы с приборами, находящимися под вакуумом. Правила хранения и работы с ЛВЖ.	**2**	**4**		**4**	**9**	**+**				

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
	Правила работы со ртутью и правила её утилизации. ***Сдача домашней контрольной работы*** ***Подготовка к контрольной работе***										
1.4	**Лабораторная посуда.** Виды посуды, используемой в химической лаборатории. Правила мытья лабораторной посуды. Шлифы (керн, муфта) и их основные размеры. Назначение различной посуды в химической лаборатории. ***Написание контрольной работы***	**2**	**2**	**2**	**4**	**6**		**+**			
1.5	**Тема 5. Методы очистки веществ.** Методы очистки твёрдых и жидких веществ. Перегонка: виды перегонки и их принципы; типы примесей, удаляемых с помощью перегонки, понятие предгона и кубового остатка. Виды холодильников для перегонки; сборка прибора для перегонки. Азеотропные смеси и их разделение с помощью перегонки. Особенности сборки прибора для вакуумной перегонки. *Лабораторная работа «Простая перегонка»*	**2**	**2**	**2**	**4**	**9**					
1.6	Перекристаллизация: принцип метода, последовательность операций для проведения перекристаллизации. Выбор растворителя, типы	**2**	**2**	**2**	**4**	**9**					

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
	примесей, понятие «затравки». Фильтрование: разновидности используемых фильтров, устройство водоструйного насоса, понятие маточного раствора. Методы высушивания жидкостей и твёрдых веществ. *Лабораторная работа «Перекристаллизация»*										
1.7	Хроматографические методы очистки: виды хроматографии. Принципы методов адсорбционной, ионообменной и эксклюзионной (гель-фильтрационной) хроматографии. Метод тонкослойной хроматографии (ТСХ): подвижная и неподвижная фазы, понятия сорбента и элюента, свойства силикагеля, прямая и обратная фазы. Подвижность веществ на ТСХ. Факторы, влияющие на подвижность веществ на ТСХ. Техника проведения метода ТСХ: нанесение пробы, проведение разделения, методы проявления пятен. *Лабораторная работа «Тонкослойная хроматография»*	**2**		**10**	**10**	**9**					
1.8	*Лабораторная работа «Алканы. Алкены. Алкины»*	**2**		**5**	**5**	**9**					

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
1.9	*Лабораторная работа «Химические свойства насыщенных и ненасыщенных углеводородов»*	**2**		**5**	**5**	**9**					
1.10	Отработка и защита лабораторных работ	**2**		**10**	**10**	**9**			+		
	Форма аттестации									**ЗР**	
	Всего часов по дисциплине во втором семестре		**18**	**36**	**54**	**81**	**1 ДК/Р**	**1 К/Р**			
2	**Третий семестр**										
2.1	**Тема 6. Алкены и алкадиены.** sp^2-гибридизация атома углерода в алкенах, электронная природа и геометрия двойной связи. Изомерия, гомологический ряд алкенов и сопряжённых диенов и номенклатура ИЮПАК. Способы получения и химические свойства алкенов и алкадиенов. ***Выдача домашней контрольной работы***	**3**	**4**		**4**	**3**	+				
2.2	**Тема 7. Алкины.** sp-гибридизация атома углерода в алкинах, электронная природа и геометрия тройной связи. Изомерия,	**3**	**4**		**4**	**6**	+				

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
	гомологический ряд алкинов и номенклатура ИЮПАК. Способы получения и химические свойства алкинов ***Выполнение домашней контрольной работы***										
2.3	**Тема 8. Арены.** sp^2-гибридизация атома углерода в аренах, электронная природа и геометрия двойных связи бензольного кольца. Изомерия и номенклатура ИЮПАК (орто-, мета-, пара-положения; тривиальные названия). Понятие ароматичности и условия ароматичности (правило Хюккеля); понятие о резонансе. Методы получения и химические свойства аренов. ***Выполнение домашней контрольной работы***	**3**	**4**		**4**	**3**	+				
2.4	Типы заместителей в бензольном кольце и их ориентирующее влияние на реакции S_E. Реакции галогенирования в ароматическое ядро и боковую цепь. Реакции S_E в конденсированных аренах. ***Выполнение домашней контрольной работы*** ***Подготовка к контрольной работе***	**3**	**4**		**4**	**3**	+				

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
2.5	**Тема 9. Галогенпроизводные.** Изомерия и номенклатура. Методы получения и химические свойства галогенпроизводных. Представление о механизмах реакций нуклеофильного замещения (S_N1 и S_N2), факторы, влияющие на протекание реакции по тому или иному механизму. ***Сдача домашней контрольной работы*** ***Написание контрольной работы***	**3**	**4**		**4**	**6**	+	+			
2.6	Реакции β-элиминирования (отщепления), представление о механизмах реакций элиминирования (Е1 и Е2), факторы, влияющие на протекание реакции по тому или иному механизму. ***Выдача домашней контрольной работы***	**3**	**4**		**4**	**3**	+				
2.7	**Тема 10. Спирты и фенолы**. Гомологический ряд спиртов и фенолов, их изомерия и номенклатура. Методы получения и химические свойства спиртов и фенолов. ***Выполнение домашней контрольной работы*** ***Подготовка к контрольной работе***	**3**	**4**		**4**	**3**	+				

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
2.8	**Тема 11. Альдегиды и кетоны.** Гомологический ряд карбонильных соединений, их изомерия и номенклатура. Методы получения карбонильных соединений. Получение α,β-непредельных альдегидов и кетонов; альдольно-кротоновая конденсация. Химические свойства карбонильных соединений. ***Сдача домашней контрольной работы*** ***Написание контрольной работы***	**3**	**4**		**4**	**6**	**+**	**+**			
2.9	1,4-Присоединение нуклеофилов к α,β-непредельным карбонильным соединениям. А-Галогенирование предельных и непредельных карбонильных соединений, галоформное расщепление, алкилирование в α-положение. Реакция Перкина ароматических альдегидов. ***Выдача домашней контрольной работы***	**3**	**4**		**4**	**3**	**+**				
2.10	**Тема 12. Карбоновые кислоты.** Гомологический ряд карбоксильных соединений, их изомерия и номенклатура. Методы получения карбоновых кислот. Методы получения производных предельных и непредельных карбоновых кислот: солей, ангидридов (простых, смешанных,	**3**	**4**		**4**	**3**	**+**				

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
	циклических), галогенангидридов, сложных эфиров, амидов, нитрилов, кетенов. Получение непредельных карбоновых кислот. Получение ароматических карбоновых кислот. Химические свойства предельных и непредельных карбоновых кислот и их производных. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе карбонильных соединений. Химические свойства производных угольной кислоты. ***Выполнение домашней контрольной работы*** ***Подготовка к контрольной работе***										
2.11	**Тема 13. Азотсодержащие соединения.** Строение нитрогруппы. Методы получения нитросоединений. Химические свойства нитросоединений. Строение молекулы аммиака и аминов; первичные, вторичные, третичные амины и четвертичные аммониевые соли. Методы получения аминов. Химические свойства аминов. Получение солей диазония и их химические свойства.	**3**	**4**		**4**	**6**	**+**	**+**			

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
	Строение молекул α-аминокислот; понятие цвиттер-иона и изоэлектрической точки. Незаменимые аминокислоты, их строение и номенклатура. Методы получения α-аминокислот. Химические свойства аминокислот. Общая стратегия синтеза пептидов: защитные группы, принцип их использования. ***Сдача домашней контрольной работы*** ***Написание контрольной работы*** ***Выдача домашней контрольной работы***										
2.12	**Тема 14. Углеводы.** Гомологические ряды углеводов, их классификации. Открытая и циклические (пиранозная и фуранозная) формы, явление мутаротации. Типы циклической связи атомов, полуацетальная (гликозидная) гидроксильная группа, определение аномеров, формулы Фишера и Хеуорса. Методы получения углеводов: методы наращивания и сокращения углеводной цепи. Химические свойства углеводов. Получение О- и N-гликозидов.	**3**	**4**		**4**	**6**	**+**	**+**			

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
	Примеры дисахаридов и полисахаридов, их строение и свойства. ***Сдача домашней контрольной работы*** ***Написание контрольной работы*** ***Выдача домашней контрольной работы***										
2.13	**Тема 15. Гетероциклические соединения.** Гомологические ряды гетероциклов, их номенклатура и ароматичность. Способы получения пяти- и шестичленных гетероциклическех соединений. Химические свойства пятичленных и шестичленных гетероциклических соединений: реакции электрофильного замещения, нуклеофильного замещения; основные и нуклеофильные свойства. ***Выполнение домашней контрольной работы*** ***Подготовка к контрольной работе***	**3**	**4**		**4**	**3**	**+**				
2.14	*Лабораторная работа «Галогенирование аренов»* ***Сдача домашней контрольной работы*** ***Написание контрольной работы***	**3**		**4**	**4**	**9**	**+**	**+**			

Форматированная таблица

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов			Формы аттестации	
			Лек	Лаб	Ауд.р.	СРС	ДК/Р	К/Р	ЗЛ	ЗР	ЭР
2.15	*Лабораторная работа «Спирты»*	**3**		**4**	**4**	**3**					
2.16	*Лабораторная работа «Карбонильные соединения»*	**3**		**4**	**4**	**3**					
2.17	*Лабораторная работа «Реакции диазотирования и азосочетания»*	**3**	**2**	**2**	**4**	**3**					
2.18	Отработка и защита лабораторных работ	**3**		**4**	**4**	**9**			**+**		
	Форма аттестации										**ЭР**
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре		**54**	**18**	**72**	**81**	**5 ДК/Р**	**5 К/Р**			
	Всего часов по дисциплине во втором и третьем семестрах		**72**	**54**	**126**	**162**	**6 ДК/Р**	**6 К/Р**			

Форматированная таблица

Приложение 2
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»
ОП (профиль): «Биотехнология»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательская

Кафедра: ___ __ХимБиотех_____

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Органическая химия

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

- Домашние контрольные работы
- Контрольные работы
- Защита лабораторных работ
- Письменная зачётная работа (промежуточная аттестация)
- Экзаменационная работа (итоговая аттестация)

Составители:
Крамер Светлана Михайловна,
к.х.н., доцент кафедры «ХимБиотех»
Москва, 2022 год

Таблица 1

Показатель уровня сформированности компетенций

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ					
ФГОС ВО **19.03.01 БИОТЕХНОЛОГИЯ**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				

Форматированная таблица

ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ИОПК-1.1. Знает законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи ИОПК-1.2. Способен изучать и анализировать биологические объекты и процессы ИОПК -1.3. Владеет навыками использования в профессиональной деятельности биологических объектов и процессов	лекция, лабораторная работа, самостоя-тельная работа	ДК/Р К/Р ЗЛ ЗР ЭР	**Базовый уровень** - знает основные классы органических соединений и основные типы реакций и их механизмы **Повышенный уровень** - владеет закономерностями влияния структуры органических соединений на их свойства умеет определять характерные химические

Форматированная таблица

ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	лекция, самостоя-тельная работа	ДК/Р К/Р ЗР ЭР	**Базовый уровень:** - владеет профессиональной терминологией и навыками проведения процессов и операций, используемых в препаративной органической химии, а также умеет называть органические соединения по их формулам **Повышенный уровень:** - умеет называть сложные многофункциональные органические вещества и обоснованно выбирать методику получения, выделения, очистки и идентификации тех или иных органических соединений - свойства и механизмы реакций органических веществ по их формулам

**- Сокращения форм оценочных средств см. ниже в Таблице 2.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Органическая химия»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Домашняя контрольная работа (ДК/Р)	Средство для самостоятельной проработки и усвоения полученных знаний для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект домашних контрольных работ по вариантам
2	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных работ по вариантам
3	Защита лабораторных работ (ЗЛ)	Средство контроля усвоения учебного (теоретического и практического) материала, изученного в ходе подготовки и проведения лабораторных работ по соответствующим темам (разделам) дисциплины. Организовано как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины, изученным в ходе лабораторных работ
4	Зачётная работа (промежуточная аттестация) (ЗР)	Средство промежуточной оценки степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине на основе письменной зачётной работы с учётом результатов текущего контроля успеваемости в течение семестра	Комплект билетов для письменной зачётной работы
5	Экзаменационная работа (итоговая аттестация) (ЭР)	Средство итоговой оценки степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине на основе письменной экзаменационной работы	Комплект экзаменационных билетов

Форматированная таблица

Фонд оценочных средств
по дисциплине: «Органическая химия»
(направление подготовки 19.03.01 БИОТЕХНОЛОГИЯ)

Варианты домашних контрольных работ

Домашнее задание 1. Введение. Предельные углеводороды

!Все органические соединения должны быть названы!

1. Опишите схематически и с помощью электронной формулы электронное строение атомов следующих элементов: O, Cl, H, Ne. Укажите число валентных электронов этих атомов.
2. Укажите тип гибридизации всех атомов молекулы пропена. Нарисуйте его структуру с геометрией расположения орбиталей.
3. Обозначьте электронные эффекты заместителей в следующих соединениях: пропионитрил, этаналь, 2-пропиновая кислота, изопропиламин, фторбензол, HC(O)-CH=CH_2.
4. Укажите (с обоснованием), в какую сторону будут смещены кислотно-основные равновесия для следующих реакций:

а) $CH_3SH + CH_3ONa \rightleftharpoons CH_3SNa + CH_3OH$

б) $NH_2CH_2COONa + H_2O \rightleftharpoons {}^{+}NH_3CH_2COONa + HO^{-}$

5. Сколько конфигурационных изомеров имеет гексан-2,3-диол. Нарисуйте (в виде проекций Фишера) все возможные изомеры и назовите их по (*R*,*S*)-номенклатуре. Укажите, какие пары стереоизомеров являются энантиомерами, какие - диастереомерами, а какие – мезоформами?
6. Получите 2,2-диметилбутан восстановлением соответствующего карбонильного соединения. Напишите уравнение реакции фотохимического хлорирования этого алкана. Опишите механизм этой реакции.
7. Напишите уравнения следующих реакций: а) 2-бензил-1,3-бутадиен и этилен при нагревании; б) продукт реакции «а» и водород на никеле. Изобразите равновесие двух кресловидных конформаций продукта реакции «б» и предскажите, какая из этих конформаций будет стабильнее.

Домашнее задание 2. Алкены. Алкины. Арены

!Все органические соединения должны быть названы!

1. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:

а) какие алкены получатся при: 1) взаимодействии цинковой пыли с 4-изопропил-1,2-дихлорциклогексаном; 2) дегидратации 1,2-диметил-1-циклопентанола; 3) действии натрия в жидком аммиаке на 1-фенил-2-пентин (укажите конфигурацию продукта реакции); 4) взаимодействии 3-бром-2-метилпентана с трет-бутилатом калия в трет-бутиловом спирте при нагревании. В последнем случае обоснуйте регионаправленность реакции;

б) получите по реакции Виттига 1-фенил-2-бутен; напишите его реакцию с надуксусной кислотой и последующий гидролиз полученного продукта;

в) взаимодействие изопрена с 1-кратным избытком бромоводорода;

г) предложите схему превращения: пропилен → 2,3−диметил−2−бутен. Опишите механизм (Ad_E) первой из требующихся реакций и обоснуйте, какой из продуктов этой реакции является основным, а какой – побочным.

2. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:

а) получите 3-метил-1-бутин из: 1) 1-бром-3-метилбутана; 2) 3-метилбутаналя;

б) из ацетилена и других необходимых реагентов получите 2,5-диметил-3-гексин;

в) реакция 3-гексина с трехкратным избытком диборана, а затем с перекисью водорода; объясните, в чём особенность этой реакции;

г) осуществите превращение пропанол → пропилен.

3. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:

а) реакция 1-ацетил-3-этилбензола с амальгамой цинка в соляной кислоте;

б) реакция *м*-бромметоксибензола и ацетилхлорида в присутствии трихлорида алюминия;
в) взаимодействие толуола с пропеном в присутствии H_2SO_4;
г) реакция 1-нитронафталина с бромом;
д) получите 2-хлор-4-нитробензойную кислоту из бензола.

Домашнее задание 3. Галогенпроизводные. Спирты

!Все органические соединения должны быть названы!

1. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:

а) 1) фотохимическое толуола; 2) получение *м*-бромбензолсульфокислоты из бензола; 3) из пропаналя получите 1-пропин через образование соответствующего дигалогенпроизводного; 4) реакция глицерина (1,2,3-пропантриола) с тионилхлоридом; 5) получение 2-бромпропана по реакции Хунсдиккера.

б) расположите соединения в порядке увеличения реакционной способности в реакциях S_N2: 2-хлор-2-метилбутан, 1-хлорпентан, 2-йод-2-метилбутан. Ответ обоснуйте. Напишите реакции 1-хлорпентана с: 1) сероводородом (1 экв.); 2) водным раствором гидроксида натрия; 3) иодидом калия в ацетоне; 4) этилатом натрия в этаноле при нагревании; 5) металлическим натрием.

в) напишите продукты следующих реакций; укажите, обоснуйте и напишите механизмы образования основных и побочных продуктов; обратите внимание на их конфигурации. Из (S)-2-бромбутана получите: 1) (R)-втор-бутилацетат; 2) втор-бутилтиол; 3) 2-бутен.

2. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:

а) 1) обработка 1,4-дибром-2-метилбутана водным раствором щёлочи; 2) гидратация 2-метил-2-пентена; 3) восстановление 2-бутаналя цианборгидридом натрия; 4) получение 2-метил-2-бутанола из соответствующего сложного эфира с использованием реактива Гриньяра; 5) получение фенола из бензола; 6) α-нафтол из 1-нафталинсульфокислоты; 7) получение 1,2-бутандиола из 1-бутена за одну стадию.

б) Сравните кислотные свойства следующих соединений: циклогексанол, 1,2-циклогександиол, *п*-крезол, *п*-нитрофенол. Напишите уравнения реакций 1,2-циклогександиола с: 1) металлическим натрием; 2) хлорангидридом бутановой кислоты в присутствии триэтиламина; 3) этилхлоридомом (2 экв.) в присутствии гидроксида натрия; 5) метанолом в присутствии серной кислоты; 6) трибромидом фосфора.

в) Напишите уравнения реакций *о*-крезола со следующими соединениями: 1) гидроксид натрия; 2) метилйодид в присутствии гидроксида натрия, затем - ацетилхлорид в присутствии $FeBr_3$; 3) бром; 4) хлороформ в присутствии гидроксида натрия.

г) 1) перйодатное расщепление 2,3,4-октантриола; 2) взаимодействие 2,4-пентандиона с этиленгликолем (2 экв.) в кислой среде; 3) реакция 1,3-бутандиола с оксидом хрома(VI) в пиридине.

Домашнее задание 4. Карбонильные соединения. Карбоновые кислоты

!Все органические соединения должны быть названы!

1. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:

а) 1) гидратация пент-2-ен-4-ина в присутствии сульфата ртути, напишите уравнение кето-енольной таутомерии продукта; 2) получите 3-пентанон на основе ацетоуксусного эфира; 3) озонолизом соответствующего диена получите смесь (1:1:1) пропаналя, этаналя и глиоксаля; 4) из соответствующего спирта получите *о*–толуиловый альдегид; 5) получите кротоновый альдегид из ацетальдегида; 6) осуществите превращение кумол → ацетон.

б) Расположите в ряд по увеличению реакционной способности в реакциях нуклеофильного присоединения: пропаналь, этаналь, ацетон, ацетофенон (ответ обоснуйте). Напишите уравнения реакций ацетофенона: 1) с *н*-бутиламином; 2) йодоформное расщепление; 3) с тиофенолом; 4) с бензальдегидом в присутствии щёлочи; 5) реакция «серебряного зеркала». *Напишите механизмы реакций 2), 3), 4)*.

в) Напишите уравнения реакций 4-метил-2-гексеналя: 1) Дильса-Альдера с 2,3-диметил-1,3-бутадиеном; 2) Михаэля с ацетоуксусным эфиром; 3) с этанолом (изб.) в кислой среде.

2. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:
а) 1) окисление 2-метил-3-гексена дихроматом калия при нагревании; 2) полный гидролиз пропионитрила в присутствии щёлочи; продукт гидролиза этерифицируйте этанолом в кислой среде (*напишите механизм*); 3) реакция диоксида углерода с (4-метил-1-пентил)магнийбромидом и последующее подкисление; 4) получение бензойной кислоты из толуола; 5) получение кротоновой кислоты из масляной кислоты; 6) из диэтилмалоната получите 1,6-гександиовую кислоту.
б) Расположите в ряд по увеличению скорости реакции с этанолом: бутилацетат, уксусную кислоту, пропионилхлорид (ответ обоснуйте). Напишите реакции пропионилхлорида: 1) с диизопропиламином (изб.) (*напишите механизм*); полученный продукт гидролизуйте; 2) щелочной гидролиз; продукт обработайте бромом в присутствии каталитических количеств красного фосфора (*напишите механизм*); 3) с натриевой солью ацетоуксусного эфира; 4) с *н*-бутанолом в присутствии пиридина; 5) с ацетатом натрия; полученный продукт обработайте диизопропиламидом лития (LDA), а затем – ацетилхлоридом.
в) 1) реакция нитрила кротоновой кислоты с бромоводородом, затем – полный гидролиз полученного продукта; 2) глутаровый ангидрид с этантиолом (2 экв.) в кислой среде; 3) реакция бутилизоцианата с пропанолом.

Домашнее задание 5. Азотсодержащие соединения

!Все органические соединения должны быть названы!

Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:
а) из втор-бутиламина получите 2-нитробутан и напишите его реакции: 1) с цинком в воде в присутствии NH_4Cl; 2) с хлором в присутствии щёлочи; 3) с 4-нитробензальдегидом в присутствии NaOH;
б) осуществите превращение 3-метилциклопентанон → 3-метилциклопентиламин; сравните по основности циклогексиламин и 4-метоксианилин (ответ обоснуйте); напишите реакции 4-метоксианилина: 1) с хлоридом 4-метилфенилдиазония при pH 5,0; 2) с нитритом натрия и HCl (*напишите механизм*); реакция полученного продукта с водным раствором хлорида меди(I) при нагревании; 2) с ацетальдегидом; 3) восстановительное аминирование ацетона;
в) получите этиламин из ацетамида, а также синтезом Габриэля и напишите реакции этиламина: 1) с ацетоном в кислой среде; 2) с этилбромидом; 3) ацилирование ангидридом масляной кислоты;
г) получите изолейцин из 3-метилпентановой кислоты, а также синтезом Штреккера и напишите уравнения реакций изолейцина с бензиловым спиртом в кислой среде, затем – с пропилхлоридом в присутствии триэтиламина, затем – щелочной гидролиз полученного продукта;
д) предложите способ получения трипептида изолейцилфенилаланилвалина, используя подходящие методы защиты амино- и карбоксильной групп аминокислот.

Домашнее задание 6. Углеводы. Гетероциклические соединения

!Все органические соединения должны быть названы!

1. Изобразите кольчато-цепные равновесия (2R,3S,4R)-2,3,4,5-тетрагидроксипентаналя.
2. Осуществите превращение: D-глюкоза → D-арабиноза. Напишите уравнения реакций D-глюкозы: а) с разбавленной азотной кислотой при нагревании; б) с избытком ацетона в кислой среде; в) с 1-пропанолом в кислой среде; г) с избытком уксусного ангидрида в кислой среде; д) реакция «серебряного зеркала»; е) с 4-метиланилином.
3. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные: а) из янтарной кислоты получите тиофен и напишите его реакцию с хлорангидридом бензойной кислоты в присутствии $SnCl_4$; б) нитрование пиррола; в) нитрование 3-метилпиридина; г) реакция пиридина с амидом натрия.

Варианты контрольных работ

Контрольная работа 1. Введение. Предельные углеводороды

!Все органические соединения должны быть названы!

1. Обозначьте электронные эффекты заместителей в следующих соединениях: этиллитий, винилбензол, аллильный катион, нитробутан, CH_2=CH-N(CH_3)$_2$, 3-хлор-2-пропеналь.
2. Укажите (с обоснованием), в какую сторону будет смещено кислотно-основное равновесие для следующей реакции:

$CH_3C(O)NH_2 + NaNH_2 \rightleftharpoons CH_3C(O)NHNa + NH_3$.

3. Напишите уравнения соответствующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:

а) получите 2-метилбутан из алкина;

б) фотохимическое сульфохлорирование 2-метилбутана; обоснуйте структуру основного продукта реакции, исходя из стабильности соответствующих углеродных радикалов;

б) 2-изопропил-1,3-бутадиен и этилен при нагревании;

в) продукт реакции «б» и водород на никеле;

г) полное окисление 2-метилбутана (уравняйте уравнение реакции).

Контрольная работа 2. Алкены. Алкины. Арены

!Все органические соединения должны быть названы!

Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:

а) реакция 3-метил-2-бутанола с конц. серной кислотой; взаимодействие основного продукта с надуксусной кислотой с последующим гидролизом полученного продукта;

б) дегидрогалогенирование 3-бром-2-метилпентана в присутствии гидроксида натрия в этиловом спирте;

в) действие натрия в жидком аммиаке на 2-метил-3-гексин (укажите конфигурацию продукта реакции);

г) предложите схему получения 2,3-диметилбутана из пропена.

д) из ацетилена и других необходимых реагентов получите винилацетилен и напишите его реакцию с водой в присутствии ацетата ртути и серной кислоты;

е) действие металлического натрия на смесь 3-хлор-1-пропена и хлорбензола;

ж) реакция *м*-бромметоксибензола и ацетилхлорида в присутствии трихлорида алюминия;

з) реакция 1,3-диметилбензола с водным раствором перманганата калия при нагревании;

и) получите 3-нитро-5-бромбензолсульфокислоту из бензола.

Контрольная работа 3. Галогенпроизводные. Спирты

!Все органические соединения должны быть названы!

1. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:

а) получение 2-бромпропана по реакции Хунсдиккера;

б) $(CH_3)_3CO^- + CH_3I \xrightarrow{50^oC} (CH_3)_3COH$

укажите и обоснуйте механизм образования основного и побочного(-ых) продукта(-ов) данной реакции;

в) восстановление этилового эфира 2-метилпропановой кислоты до спирта;

г) получение 3-фенил-1-пропанола из соответствующего оксирана с использованием реактива Гриньяра;

д) синтез 4-гидрокситолуола из 4-метиланилина;

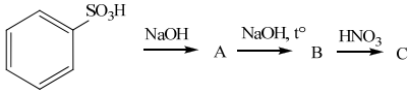
е) реакция 3-метил-2-бутанола с этилбромидом в присутствии щёлочи;

ж) реакция резорцина с трибромидом железа;

з) получение ацеталя метилэтилкетона реакцией с этиленгликолем;

и) реакция 1,3-пропандиола с металлическим натрием (2 экв.), затем - с хлорангидридом бензойной кислоты (2 экв.).

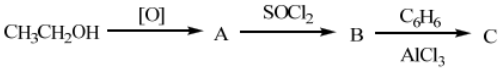
2. Расположите соединения в порядке уменьшения реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения по механизму S_N1: втор-бутилйодид, втор-бутилбромид, втор-бутилхлорид. Ответ обоснуйте. Из втор-бутилбромида получите нитрил 2-метилбутановой кислоты.
3. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ, а также реакции в следующей схеме:



Контрольная работа 4. Карбонильные соединения. Карбоновые кислоты

!Все органические соединения должны быть названы!

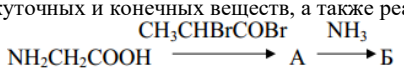
1. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:
а) получите метилфенилкетон на основе ацетоуксусного эфира;
б) определите структуру алкена, при озонолизе которого получили ацетон и ацетальдегид;
в) альдольная конденсация 3-метилбутаналя;
г) реакция масляного альдегида с втор-бутиламином (изб.), а затем - с водородом;
д) реакция 4-метил-2-гексеналя с нитрометаном в присутствии щёлочи;
е) щелочной гидролиз ацетамида; продукт гидролиза этерифицируйте пропанолом;
ж) из малонового эфира получите 1,6-гександиовую кислоту;
з) реакция ангидрида кротоновой кислоты с бромоводородом (2 экв.);
и) реакция этилизоцианата с *н*-бутанолом.
2. Расположите в ряд по увеличению скорости реакции с этанолом: хлорангидрид бензойной кислоты, 2-метилбензойная кислота, 4-хлорбензойная кислота (ответ обоснуйте). Напишите реакции хлорангидрида бензойной кислоты: 1) с аммиаком (изб.); полученный продукт дегидратируйте; 2) с натриевой солью ацетилацетона.
3. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ, а также реакции и их условия в следующей схеме:



Контрольная работа 5. Азотсодержащие соединения

!Все органические соединения должны быть названы!

1. Напишите уравнения следующих реакций. В случае образования нескольких продуктов реакции укажите, какие из них основные, а какие побочные:
а) из втор-бутиламина получите 2-нитробутан;
б) реакция этиламина с цинком в воде в присутствии NH_4Cl;
в) реакция 2-нитропропана с 4-нитробензальдегидом в присутствии NaOH;
г) получите этиламин синтезом Габриэля;
д) ацилирование анилина ангидридом масляной кислоты;
е) реакция изолейцина с бензиловым спиртом в кислой среде;
ж) получение дипептида фенилаланилвалина с использованием подходящих методов защиты амино- и карбоксильной групп аминокислот.
2. Сравните по основности циклогексиламин и 4-метоксианилин (ответ обоснуйте); напишите реакцию 4-метоксианилина с нитритом натрия и HCl и реакцию полученного продукта 4-метиланилином при pH 5,0.
3. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ, а также реакции в следующей схеме:

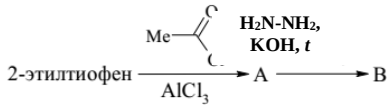


Контрольная работа 6. Углеводы. Гетероциклические соединения

!Все органические соединения должны быть названы!

1. Изобразите кольчато-цепные равновесия L-маннозы и напишите её уравнения реакций:
а) с ацетоном в присутствии HCl;

б) с 1-пропанолом в кислой среде;
в) с избытком пропионового ангидрида в кислой среде;
г) с разбавленной азотной кислотой.
2. Напишите уравнения следующих реакций:
а) из диэтилового эфира 2-метоксиглутаровой кислоты получите 3-метоксипиридин и напишите реакцию его бромирования;
б) ацилирование фурана ангидридом масляной кислоты;
в) нитрование пиррола и кислотный гидролиз полученного продукта;
г) формулы промежуточных и конечных веществ, а также реакции в следующей схеме:



Вопросы к защите лабораторных работ

Методы очистки твёрдых и жидких веществ:

1. Перегонка.
1.1 Виды перегонки (простая, вакуумная, с водяным паром, азеотропная, ректификация) и их принципы.
1.2. Типы примесей, удаляемых с помощью перегонки, понятие предгона и кубового остатка.
1.3. Виды холодильников для перегонки, их выбор.
1.4. Сборка прибора для перегонки; использование дефлегматоров, хлоркальциевых трубок, «кипелок».
1.5. Азеотропные смеси и их разделение с помощью перегонки.
1.6. Особенности сборки прибора для вакуумной перегонки.

2. Перекристаллизация.
2.1. Принцип метода, последовательность операций для проведения перекристаллизации.
2.2. Выбор растворителя для проведения перекристаллизации.
2.3. Типы примесей, удаляемых с помощью перекристаллизации, использование активированного угля, влияние скорости охлаждения на процесс кристаллизации, понятие «затравки».

3. Фильтрование.
3.1. Разновидности используемых фильтров (бумажные, стеклянные, Бюхнера).
3.2. Устройство водоструйного насоса, необходимость использования предохранительной склянки, понятие маточного раствора.

4. Методы высушивания жидкостей (использование различных осушителей) и твёрдых веществ (устройство эксикаторов).

5. Хроматографические методы очистки.
5.1. Виды хроматографии (по типу используемой подвижной фазы, по принципу разделения, по назначению).
5.2. Принципы методов адсорбционной, ионообменной и эксклюзионной (гель-фильтрационной) хроматографии.
5.3. Метод тонкослойной хроматографии (ТСХ): подвижная и неподвижная фазы, понятия сорбента и элюента, свойства силикагеля, прямая и обратная фазы.
5.4. Подвижность веществ на ТСХ и величина, характеризующая подвижность, её оптимальные значения.

5.5. Факторы, влияющие на подвижность веществ на ТСХ: природа разделяемых веществ, природа неподвижной фазы, природа подвижной фазы (элюотропный ряд растворителей).
5.6. Техника проведения метода ТСХ: нанесение пробы, проведение разделения, методы проявления пятен, понятие «краевых эффектов» и «свидетеля».

Химические свойства алканов и циклоалканов:
1. Реакции радикального замещения.
1.1. Механизм реакции галогенирования.
1.2. Сульфогалогенирование, сульфоокисление, нитрование; соотношение продуктов этих реакций.
2. Реакции окисления и дегидрирования.
3. Реакции раскрытия цикла циклоалканов.

Химические свойства алкенов:
1. Электрофильное присоединение по двойной связи.
1.1. Механизм реакций Ad_E.
1.2. Правило Марковникова и его обоснование с точки зрения механизма.
1.3. Реакции галогенирования, гидрогалогенирования, гидратации.
2. Реакции восстановления и окисления (по Прилежаеву, по Вагнеру).

Химические свойства аренов:
1. Электрофильное замещение в бензельном кольце.
1.1. Механизмы реакций S_E и образования соответствующих электрофильных частиц.
1.2. Реакции нитрования, сульфирования, галогенирования, алкилирования и ацилирования по Фриделю-Крафтсу
1.3. Методы получения карбокатионов, понятие о скелетных перегруппировках карбокатионов.
1.4. Типы заместителей в бензольном кольце и их ориентирующее влияние на реакции S_E.
1.5. Согласованная и несогласованная ориентация.
2. Реакции галогенирования в ароматическое ядро и боковую цепь.
3. Реакции окисления боковых цепей.

Химические свойства спиртов и фенолов:
1. Кислотные и основные свойства.
2. Реакции спиртов с электрофилами.
2.1. Алкилирование и ацилирование.
2.2. Реакции с альдегидами и кетонами.
2.3. Реакция Вильямсона получения простых эфиров.
2.4. Реакции S_E в бензольное кольцо фенолов.
3. Реакции спиртов с нуклеофилами.
3.1. Реакции с галогеноводородами.
3.2. Реакции со спиртами.
3.3. Реакции с галогенидами фосфора и серы.
4. Дегидратация спиртов.
4.1. Правила Зайцева и Гофмана.
4.2. Представление о механизмах реакций элиминирования (E1 и E2).
4.3. Окисление спиртов.

Химические свойства карбонильных соединений:
1. Кислотные свойства.
2. Кето-енольная таутомерия.
3. Реакции нуклеофильного присоединения (с O-, S-, N-, H-, C-, Hal-нуклеофилами).
3.1. Получение оснований Шиффа.
3.2. Альдольно-кротоновая конденсация.

4. α-Галогенирование предельных карбонильных соединений, галоформное расщепление. 5. Реакции восстановления и окисления альдегидов и кетонов (реакция «серебряного зеркала»), восстановительное аминирование.

Химические свойства предельных карбоновых кислот и их производных:

1. OH- и CH-кислотность.
1.1. Кислотные свойства малоновой кислоты и малонового эфира, их реакции с электрофилами.
1.2. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе карбонильных соединений.
2. Реакции нуклеофильного замещения (с O-, N-, H-, C-нуклеофилами).
2.1. Кислотный и основный катализ реакций S_N.
2.2. Получение *N*-замещённых амидов, сложных эфиров и ангидридов.
3. α-Галогенирование карбоновых кислот.

Вариант билета для письменной зачётной работы

Зачётная работа по дисциплине «Органическая химия»

!Все органические соединения должны быть названы!

!В случае нескольких продуктов реакции укажите основные и побочные продукты!

1. Сравните по основности фенолят натрия, метилат натрия, 4-хлорфенолят натрия и 4-метилфенолят натрия. Напишите реакцию алкилирования бромбензола метиловым спиртом по Фриделю-Крафтсу, а полученный основной продукт алкилирования обработайте хлором на свету.
2. Обозначьте электронные эффекты заместителей в 3,3,3-трифторпропан-1-оле и напишите реакцию дегидратации этого соединения. Напишите реакцию гидробромирования полученного продукта дегидратации.
3. Предложите схему получения (Z)-2-бутена из пропина, используйте (Z)-2-бутен для получения 4,5-диметилциклогексена по реакции Дильса-Альдера и напишите реакцию этого циклоалкена с хлороводородом в присутствии перекиси ацетила.
4. Напишите реакции фотохимического хлорирования этилбензола и его хлорирования по Фриделю-Крафтсу. Основной продукт хлорирования по Фриделю-Крафтсу последовательно сульфируйте, а затем - окислите перманганатом калия при нагревании. Для основного продукта фотохимического хлорирования этилбензола напишите его реакцию с металлическим натрием и обработайте полученный продукт нитрующей смесью.

Вариант экзаменационного билета

Экзаменационный билет

!Все органические соединения должны быть названы!

!В случае нескольких продуктов реакции укажите основные и побочные продукты!

1. Из ацетилена и других необходимых реагентов получите пропин и напишите реакцию его взаимодействия с водой в присутствии сульфата ртути(II) и серной кислоты. Напишите реакции полученного карбонильного соединения: а) с гидроксиламином; б) альдольная конденсация.
2. Из малонового эфира получите пропановую кислоту, напишите её реакции: 1) этерификации пропанолом; полученный продукт восстановите алюмогидридом лития; напишите способ получения продукта восстановления из соответствующего карбонильного соединения с использованием реактива Гриньяра; 2) с тионилхлоридом; полученным продуктом ацилируйте 2-метилтиофен.
3. Из бутана получите 2-нитробутан и напишите его реакцию с этиловым эфиром 2-бутеновой кислоты в присутствии NaOH. Полученный продукт подвергните щелочному гидролизу, а затем – восстановите цинком в соляной кислоте.
4. Изобразите все кольчато-цепные равновесия D-маннозы (см. рисунок) и напишите её уравнения реакций: а) с избытком этилйодида в присутствии основания; б) с бензиловым спиртом в присутствии хлороводорода.

