

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161923	Механизмы органических реакций

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Фундаментальная и прикладная химия	Код ОП 1. 04.05.01/33.01
Направление подготовки 1. Фундаментальная и прикладная химия	Код направления и уровня подготовки 1. 04.05.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Сосновских Вячеслав Яковлевич	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	органической химии и высокомолекулярных соединений

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Механизмы органических реакций

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из одноименной дисциплины и призван формировать у студентов знания о наиболее важных закономерностях, связывающих химическое и пространственное строение органических веществ с их свойствами, выявлять наиболее значимые факторы, определяющие реакционную способность, познакомить с основными способами получения различных классов органических соединений.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Механизмы органических реакций	6
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Органическая химия, химия высокомолекулярных соединений и биологических объектов
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Механизмы органических реакций	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление

реальные или модельные эксперименты	Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели
ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов
ПК-1 - Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов решения научно-исследовательских задач в выбранной области профессиональной деятельности З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий
ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Механизмы органических реакций

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Сосновских Вячеслав Яковлевич	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	Кафедра органической химии и высокомолекуляр ных соединений

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 2 от 30.01.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Сосновских Вячеслав Яковлевич, Заведующий кафедрой, органической химии и высокомолекулярных соединений

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные понятия	Структурные формулы, кислотность и основность, ароматичность
2	Нуклеофильное и электрофильное замещение у насыщенного атома углерода	Нуклеофильное замещение. Механизмы SN2 и SN1. Кинетика и стереохимия. Нуклеофильность и основность. Амбидентные ионы. Уходящие группы. Структура субстрата. Влияние заместителей в субстрате. Эффект участия соседней группы. Природа растворителя. Примеры реакций нуклеофильного замещения на галогеналканах, спиртах и простых эфирах. Электрофильное замещение. Механизмы SE2 и SE1. Кинетика и стереохимия. Сравнение механизмов нуклеофильного и электрофильного замещения у насыщенного атома углерода. Примеры реакций.
3	Реакции элиминирования	Важнейшие механизмы элиминирования. Классификация реакций элиминирования. Механизмы E1, E1cb, E2. Карбокатионный и карбанионный характер переходного состояния. Стереохимия реакции E2-элиминирования. Примеры реакций. Особенности реакций элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Стерический фактор при элиминировании. Предпочтительность образования транс-продуктов.

		<p>Дегидрогалогенирование. Термическое син-элиминирование. Реакции Чугаева и Коупа.</p>
4	<p>Реакции присоединения по двойной углерод-углеродной связи</p>	<p>Механизмы электрофильного присоединения. Механизмы АЕ2 и АЕ3. Электрофильное присоединение к алкенам: присоединение брома через циклический ион бромония, ответственный за анти-присоединение; присоединение хлора и галогеново-дородов. Правило Марковникова. Стереохимия при-соединения галогенов и галогеноводородов к алкенам.</p> <p>Примеры реакций электрофильного присоединения. Гидратация алкенов, катализируемая кислотами; оксимеркурирование; гидроборирование. Примеры реакций электрофильного присоединения: присоединение хлорноватистой кислоты; реакции Риттера, Дар-зана, Принса. Электрофильное присоединение к со-пряженным диенам, алкинам, алленам. Кинетический и термодинамический контроль.</p> <p>Нуклеофильное присоединение к активированной двойной связи. Кислотный и основной катализ. Ци-анэтилирование; присоединение галогеноводородов; аминов и реактивов Гриньяра к α, β-непредельным карбонильным соединениям. Реакция Михаэля. Нуклеофильное присоединение к алкинам.</p>
5	<p>Реакции присоединения по двойной углерод-кислородной связи</p>	<p>Альдегиды и кетоны в реакциях нуклеофильного присоединения. Общая характеристика карбонильной группы. Роль кислотного и основного катализа в реакциях нуклеофильного присоединения. Реакционная способность карбонильных соединений в реакциях нуклеофильного присоединения. Примеры реакций нуклеофильного присоединения к альдегидам и кетонам: гидратация, присоединение спиртов, синильной кислоты, бисульфита натрия.</p> <p>Карбонильные соединения в реакциях присоединения-отщепления. Альдегиды и кетоны в реакциях присоединения-отщепления с соединениями, содержащими первичную аминогруппу. Функциональные производные карбоновых кислот в реакциях присоединения-отщепления: ацилирование спиртов и аминов; гидролиз сложных эфиров, механизмы AAc_2, BAc_2, $AAlk_1$, AAc_1; гидролиз амидов и нитрилов в кислой и щелочной средах.</p> <p>Альдольная конденсация. Механизм альдольной конденсации в кислой и основной средах. Побочные реакции, взаимосвязь между строением карбонильных соединений и их поведением в альдольной конденсации. Стереохимические аспекты реакции альдольной конденсации. Реакции альдольного типа: бензоиновая конденсация, реакции Манниха, Кневенагеля, Штоббе, Дарзана, Виттига, сложноэфирная конденсация, реакция Дикмана.</p> <p>Реакция Гриньяра. Строение реактивов Гриньяра, механизм присоединения $RMgX$ по карбонильной группе.</p>

		<p>Конкурирующие реакции: восстановление, енолизация, конденсация. Взаимодействие реактивов Гриньяра с α, β-непредельными альдегидами и кето-нами, с функциональными производными карбоновых кислот.</p> <p>Восстановление карбонильных соединений. Восстановление с участием гидрид-иона: восстановление с помощью алюмогидрида лития, реакции Меервейна-Понндорфа-Верлея, Канницаро. Восстановление карбонильных соединений с передачей электронов: восстановление металлами, ацилоиновая конденсация, восстановление по Буво-Блану.</p>
6	Реакции замещения в ароматическом ряду	<p>Ароматичность.</p> <p>Ароматичность и правило Хюккеля. Антиароматичность. Неароматические, ароматические и антиароматические аннулены. Примеры структур, обладающих ароматическими свойствами.</p> <p>Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Механизм SEAr. Влияние заместителей на реакционную способность и ориентацию при электрофильном замещении. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация. Примеры реакций.</p> <p>Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Нуклеофильное замещение через присоединение-отщепление (SN2Ar). Нуклеофильное замещение через ион диазония (мономолекулярный механизм отщепления-присоединения SN1Ar). Примеры реакций.</p>
7	Карбокатионные, карбанионные и радикальные интермедиа-ты	<p>Карбокатионы. Строение, пути образования и стабильность карбокатионов. Реакции с участием карбокатионов. Перегруппировки без изменения углеродного скелета и с изменением углеродного скелета. Пинаколиновая и ретропинаколиновая перегруппировки. Реакция Тиффено-Демьянова. Неклассические карбокатионы.</p> <p>Электронодефицитные центры. Карбены: строение, пути образования, важнейшие реакции. Перегруппировка Вольфа. Реакция Арндта-Эйстерта. Нитрены. Перегруппировки Гофмана, Курциуса, Лоссеня, Бек-мана, Шмидта. Перегруппировки с миграцией групп $-O^+$.</p> <p>Карбанионы и радикалы. Карбанионы: строение, пути образования, стабильность. Важнейшие реакции карбанионов. Радикалы: стабильность и пути образования. Реакции присоединения и замещения. Перегруппировки.</p>

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Механизмы органических реакций

Электронные ресурсы (издания)

1. Робертс, Д., Д., Несмеянов, А. Н.; Основы органической химии : учебник.; Мир, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450089> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сайкс, П., Луценко, Н. Г., Травень, В. Ф.; Механизмы реакций в органической химии; Химия, Москва; 1991 (90 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Механизмы органических реакций

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется