

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Кафедра биологии, химии и методики обучения

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕХАНИЗМЫ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
элективная дисциплина

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре:
1.4.3. Органическая химия

Красноярск 2026

Рабочая программа элективной дисциплины «Механизмы реакций в органической химии» составлена доктором химических наук, профессором кафедры биологии, химии и методики обучения Л.М. Горностаевым, кандидатом химических наук, доцентом кафедры биологии, химии и методики обучения О.И. Фоминых

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биологии, химии и методики обучения
Протокол № 8 от «03» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины актуализирована и утверждена на заседании выпускающей кафедры биологии, химии и методики обучения
Протокол № 9 от «07» мая 2025 г., проткал № 9 от «06» мая 2026 г.

Заведующий кафедрой

Антипова Е.М.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Место дисциплины в структуре ОП

Программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в РФ» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ; Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. №2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»; Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. №951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»; нормативно-правовыми документами, регламентирующими процесс подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в КГПУ им. В.П. Астафьева по программам аспирантуры.

Место дисциплины в учебном плане. Дисциплина «Механизмы реакций в органической химии» относится к элективной дисциплине учебного плана образовательной программы аспирантуры. Изучается в 3-4 семестре.

2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е. (108 часов). Включает контактную работу с преподавателем в форме занятий лабораторного типа 36 ч. / 1 з.е. На самостоятельную работу отводится 71,85 ч. / 1,99 з.е.

3. Цель освоения дисциплины

Цель – углубленное представление о механизмах реакций и пространственном строении органических соединений, что помогает увидеть логичность и обусловленность химических явлений, понять взаимосвязь между строением соединений и их реакционной способностью.

4. Планируемые результаты обучения

Изучение элективной дисциплины «Химия хинонов и хиноидных соединений» способствует развитию у аспирантов следующих образовательных результатов:

Таблица

Планируемые результаты обучения

Задачи освоения дисциплины	Планируемые образовательные результаты
Формирование навыков по изучению возможных путей протекания реакций в	<i>Знает:</i> структуру и реакционную способность различных классов органических

<p>органической химии</p>	<p>соединений; характеристики различных интермедиатов реакций; основные типы реакций в органической химии; факторы, влияющие на протекание реакции. <i>Умеет:</i> предсказывать реакционную способность органических субстратов на основе их структуры; возможный путь протекания реакции и его зависимость от различных факторов. <i>Владеет:</i> навыками установления механизма конкретной химической реакции; управления химической реакцией за счет изменения условий ее протекания.</p>
<p>Формирование навыков проведения научных исследований</p>	<p><i>Знает:</i> практические методы исследования и проведения экспериментальных работ по созданию новых материалов. <i>Умеет:</i> обрабатывать учебную, справочную, научную, монографическую и периодическую литературу. <i>Владеет:</i> навыками представления результатов своих научных исследований на конференциях различного уровня.</p>
<p>Формирование способности использовать полученные знания, умения и навыки в организации научно-исследовательской и педагогической деятельности</p>	<p><i>Знает:</i> структуру и реакционную способность различных классов органических соединений; основные типы реакций в органической химии; факторы, влияющие на протекание реакции. <i>Умеет:</i> устанавливать механизмы органических реакций по продуктам реакций; определять возможное строение продуктов реакции на основе данных физико-химических методов анализа; устанавливать, какие связи образуются и разрываются в ходе реакций предсказывать возможные побочные</p>

	продукты реакции; предсказывать возможный путь протекания реакции и его зависимость от различных факторов. <i>Владеет:</i> навыками установления механизма конкретной химической реакции.
--	--

5. Контроль результатов освоения дисциплины. В ходе изучения дисциплины используются методы текущего контроля успеваемости: входной: тестирование, конспектирование, устный опрос, решение задач. Промежуточная аттестация – зачет.

6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины, в том числе и дистанционные.

1) Современное традиционное обучение (лекционно-семинарская система).

2) Педагогические технологии на основе дидактического совершенствования и реконструирования материала: Технология модульного обучения.

3) Альтернативные технологии: Технология продуктивного обучения. Технология мастерских.

1. Организационно-методические документы
1.1. Технологическая карта обучения дисциплине

(общая трудоемкость 3 з.е.)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего часов	Контактные	Лекции	Лабораторные	Практические занятия	Самостоятельная работа
Раздел 1. Механизмы органических реакций	58	18		18		40
<i>Тема 1.1. Реакции свободно- радикального замещения у насыщенного атома углерода</i>	7	2		2		5
<i>Тема 1.2. Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного и ненасыщенного атома углерода</i>	7	2		2		5
<i>Тема 1.3. Механизмы реакций отщепления</i>	9	4		4		5
<i>Тема 1.4. Электрофильное ароматическое замещение</i>	7	2		2		5
<i>Тема 1.5. Нуклеофильное ароматическое замещение</i>	7	2		2		5
<i>Тема 1.6. Свободно- радикальное ароматическое замещение</i>	7	2		2		5
<i>Тема 1.7. Перициклические реакции</i>	7	2		2		5
<i>Тема 1.8. Реакции восстановления и окисления</i>	7	2		2		5
Раздел 2. Стереохимические аспекты органических соединений	49,85	18		18		31,85
<i>Тема 2.1. Стереои́зомерия и конформационный анализ органических соединений</i>	6	2		2		4
<i>Тема 2.2. Стереохимия реакций замещения у насыщенного атома углерода</i>	6	2		2		4
<i>Тема 2.3. Стереохимия реакций присоединения к кратным связям углерод-углерод</i>	8	4		4		4
<i>Тема 2.4. Стереохимия реакций отщепления</i>	6	2		2		4
<i>Тема 2.5. Пространственные эффекты в реакциях ароматических соединений</i>	6	2		2		4
<i>Тема 2.6. Стереохимия перициклических реакций</i>	6	2		2		4
<i>Тема 2.7. Стереоселективность и стереоспецифичность органических реакций и способы их обеспечения</i>	6	2		2		4
<i>Тема 2.8. Асимметрический синтез</i>	5,85	2		2		3,85
Промежуточная аттестация - зачет	0,15	0,15				
ИТОГО	108	36,15		36		71,85

1.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Механизмы органических реакций

Тема 1.1. Реакции свободно-радикального замещения у насыщенного атома углерода

Механизм цепного радикального замещения в ряду алканов. Реакции галогенирования, сульфохлорирования, нитрования.

Тема 1.2. Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного и ненасыщенного атома углерода

Механизмы S_N2 и S_N1 . Влияние природы субстрата и растворителя. Органические катионы. Амбидентные нуклеофилы. Принцип ЖМКО. Метод возмущений. Зарядовый и орбитальный контроль. Электрофильное и свободнорадикальное присоединение к алкенам, алкинам, алкадиенам. Нуклеофильное присоединение.

Тема 1.3. Механизмы реакций отщепления

Механизмы $E2$, $E1$, $E1cB$ с В. Факторы, влияющие на их реализацию. Правило Зайцева, правило Гофмана.

Тема 1.4. Электрофильное ароматическое замещение

Механизм, π - и σ -комплексы, правила ориентации, реакционная способность, факторы парциальной скорости.

Тема 1.5. Нуклеофильное ароматическое замещение

Бимолекулярный и аринный механизмы, факторы, влияющие на их реализацию

Тема 1.6. Свободно-радикальное ароматическое замещение

Реакции с углеродными радикалами (алкилирование, арилирование, ацилирование, карбоксилирование). Реакции с гетероатомными радикалами (аминирование, гидроксילирование, введение серосодержащих групп)

Тема 1.7. Перициклические реакции

Электроциклические реакции, реакции циклоприсоединения, сигматропные реакции. Особенности механизмов. Правила отбора. Принцип сохранения симметрии орбиталей Правила Вудворда-Гофмана

Тема 1.8. Реакции восстановления и окисления

Гетерогенное и гомогенное каталитическое гидрирование ненасыщенных соединений. Ионное гидрирование. Восстановление по Бёрчу. Методы окисления, Окислители. Реакция Вагнера. Реакция Прилежаева. Реакция Тойберга. Восстановление и окисление заместителей в ароматическом кольце.

Раздел 2. Стереохимические аспекты органических соединений

Тема 2.1. Стереои́зомерия и конформационный анализ органических соединений

Геометрическая изомерия. Условия ее возникновения. Обозначение геометрических изомеров и способы определения их пространственной конфигурации. Оптическая изомерия. Хиральность как условие возникновения оптической изомерии. Энантиомеры. Диастереомеры. Номенклатура. Свойства. Методы определения пространственной конфигурации. Конформационный анализ алканов и циклоалканов. Конформеры.

Тема 2.2. Стереохимия реакций замещения у насыщенного атома углерода

Стереохимия реакций радикального, нуклеофильного и электрофильного замещения у насыщенного атома углерода. Обращение конфигурации, сохранение конфигурации, рацемизация.

Тема 2.3. Стереохимия реакций присоединения к кратным связям углерод-углерод

Стереохимия реакций присоединения к двойной связи $C=C$. Стереоспецифичное и стереоселективное присоединение. Стереохимия реакций присоединения к тройной связи $C\equiv C$.

Тема 2.4. Стереохимия реакций отщепления

Стереохимия реакций отщепления. Реакции 1,2-отщепления. Роль стерических факторов. Правило Зайцева. Правило Гофмана. Син-анти-дихотомия в реакциях 1,2-отщепления.

Тема 2.5. Пространственные эффекты в реакциях ароматических соединений

Пространственные эффекты в реакциях ароматических соединений. Экранирование орто-положений. Стерическое нарушение сопряжения. Пространственные препятствия в реакциях ароматических соединений. Атропизомерия производных дифенила. Циклофаны и анса-соединения. Гелицены.

Тема 2.6. Стереохимия перициклических реакций

Стереохимия перициклических реакций. Электроциклические реакции. Конротаторный и дисротаторный процессы. Стереоспецифичность реакций. Сохранение симметрии орбиталей. Корреляционные диаграммы. Правила Вудворда-Хоффмана. Реакции $[2+2]$ - и $[4+2]$ -циклоприсоединения. Супраповерхностные и антараповерхностные процессы. Стереоспецифичность. Корреляционные диаграммы. Правила Вудворда-Гофмана. Сигматропные реакции. Супраповерхностные и антараповерхностные миграции. Правила отбора

Тема 2.7. Стереоселективность и стереоспецифичность органических реакций и способы их обеспечения

Стереоселективность и стереоспецифичность органических реакций и способы их обеспечения. Классификация проблем селективности. Обеспечение селективности выбором подходящей реакции, варьированием природы реагентов, селективная активация альтернативных реакционных центров, временная защита функциональных групп.

Тема 2.8. Асимметрический синтез

Асимметрический синтез. Частичный и абсолютный асимметрический синтез. Условия частичного асимметрического синтеза (наличие дополнительной хиральности). Асимметрические превращения и кинетическое расщепление. Правило Прелога. Правило Крама. Абсолютный асимметрический фотохимический синтез. Ферментативный асимметрический синтез.

1.3. Методические рекомендации аспирантам по освоению данной дисциплины

Аудиторная работа подразумевает посещение обучающимися всех занятий и конспектирование теоретического материала, поскольку без знания теоретического материала невозможно выполнение заданий, связанных с решением химических задач. Поскольку большое количество часов отводится на самостоятельную работу, то каждому аспиранту предлагается выполнять индивидуальные задания по изучаемой дисциплине.

Индивидуальные задания оформляются в отдельной тетради, где подробно описывается ход решения всех задач. При выполнении заданий необходимо пользоваться рекомендуемой литературой, конспектами лекций по органической химии, справочниками и Интернет-ресурсами. При возникновении трудностей при решении задач нужно консультироваться с преподавателем.

2. Компоненты мониторинга образовательных результатов аспирантов

Таблица

Оценочные средства и перечень проверяемых с их помощью образовательных результатов

Образовательные результаты	Оценочные средства
Способен предсказывать реакционную способность органических субстратов на основе их структуры; возможный путь протекания реакции и его зависимость от различных факторов	входной тест решение задач устный опрос
Способен обрабатывать учебную, справочную, научную, монографическую и периодическую литературу; представлять результаты научных исследований	конспектирование
Способен использовать полученные знания, умения и навыки в организации научно-исследовательской и педагогической деятельности	конспектирование решение задач устный опрос

2.1. Фонд оценочных средств по дисциплине

Фонд оценочных средств включает: тестирование, конспектирование, устный опрос, решение задач, вопросы к зачету.

2.1.1. Оценочное средство – конспектирование.

Критерии оценивания по оценочному средству:

1. Логичное построение и связность материала.
2. Полнота изложения материала (отражение ключевых моментов).
3. Способен преобразовать графически и количественно выраженную информацию в словесный материал, текст.

2.1.2. Оценочное средство – устный опрос.

Критерии оценивания по оценочному средству:

1. Демонстрирует базовые знания в области органической химии.
2. Владеет терминологическим аппаратом и использует его при ответе.
3. Умеет объяснить сущность явления, процессов, делает выводы и обобщения, дает аргументированный ответ.
4. Владеет монологической речью, логичность и последовательность ответа, выражает свое мнение по обсуждаемой проблеме.

2.1.3 Оценочное средство – решение задач.

Критерии оценивания по оценочному средству:

1. Предлагает механизм реакции в соответствии с условиями задачи.
2. Указывает наиболее оптимальные условия проведения синтеза.
3. Обосновывает свой выбор.

2.2. Контрольно-измерительные материалы

2.2.1. Входное тестирование

Инструкция:

Тест состоит из 13 заданий. На выполнение теста отводится 25 минут. Работа выполняется индивидуально, без использования дополнительных источников. Ответы должны быть однозначно читаемы (исправления не допускаются). Задание рекомендуется выполнять по порядку, не пропуская ни одного. Если задание не удастся выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям.

Примерные задания

- 1) Группа атомов, определяющая характерные свойства определенного класса органических соединений, называется
 - а) структурным звеном,
 - б) функциональной,
 - в) гомологической,
 - г) радикалом.

- 2) Для ионных реакций органических соединений характерно:
 - а) это процессы, идущие с гетеролитическим разрывом ковалентных связей, когда оба электрона связи остаются с одной из ранее связанных частиц;
 - б) это процессы, идущие с гомолитическим разрывом ковалентной связи;
 - в) в результате гомолитического разрыва образуются свободные радикалы;
 - г) пара электронов, образующая связь, делится таким образом, что каждая из образующихся частиц получает по одному электрону.

- 3) Для ионных реакций органических соединений характерно:
 - а) это процессы, идущие с гомолитическим разрывом ковалентной связи;
 - б) в результате гомолитического разрыва образуются свободные радикалы;
 - в) пара электронов, образующая связь, делится таким образом, что каждая из образующихся частиц получает по одному электрону;
 - г) в результате гетеролитического разрыва связи получают заряженные частицы: нуклеофильная и электрофильная.

- 4) Для ионных реакций органических соединений характерно:
 - а) это процессы, идущие с гомолитическим разрывом ковалентной связи;
 - б) в результате гомолитического разрыва образуются свободные радикалы;
 - в) пара электронов, образующая связь, делится таким образом, что каждая из образующихся частиц получает по одному электрону;
 - г) образующаяся нуклеофильная частица (нуклеофил) имеет пару электронов на внешнем энергетическом уровне, а электрофильная частица (электрофил) имеет незаполненный валентный электронный уровень.

- 5) Для радикальных реакций органических соединений характерно:
 - а) это процессы, идущие с гетеролитическим разрывом ковалентных связей, когда оба электрона связи остаются с одной из ранее связанных частиц;
 - б) это процессы, идущие с гомолитическим разрывом ковалентной связи;
 - в) в результате гетеролитического разрыва связи получают заряженные частицы: нуклеофильная и электрофильная;

- г) образующаяся нуклеофильная частица (нуклеофил) имеет пару электронов на внешнем энергетическом уровне, а электрофильная частица (электрофил) имеет незаполненный валентный электронный уровень.
- б) При нитровании бензойной кислоты преимущественно образуется _____ кислота.
- а) 5-нитробензойная,
 - б) 3-нитробензойная,
 - в) 2-нитробензойная,
 - г) 4-нитробензойная.
- 7) Механизм реакции взаимодействия метана с хлором при облучении называется ...
- а) ионным,
 - б) нуклеофильным,
 - в) радикальным,
 - г) электрофильным.
- 8) Этиловый спирт имеет $t_{\text{кип}}=78^{\circ}\text{C}$, а диметиловый эфир- $t_{\text{кип}}=-24^{\circ}\text{C}$. Вместе с тем общая формула этих соединений одинаковая- $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. С чем это связано?
- а) между молекулами этанола образуется межмолекулярная водородная связь,
 - б) между молекулами этанола образуется внутримолекулярная водородная связь,
 - в) между молекулами диметилового эфира образуется межмолекулярная водородная связь,
 - г) между молекулами диметилового эфира образуется внутримолекулярная водородная связь.

2.2.2. Темы для конспектирования

Тема 1. Гомолитические, гетеролитические и перициклические (согласованные) процессы разрыва и образования ковалентных связей

Общие представления о химической реакции. Классификация органических реакций по типам структурных изменений и по способам разрыва и образования ковалентных связей

Тема 2. Активные промежуточные частицы органических реакций

Свободные радикалы, карбокатионы, карбанионы, карбены, арины. Условия их образования и свойства.

Тема 3. Квантово-химические подходы к оценке реакционной способности органических соединений

Индексы реакционной способности. Теория граничных орбиталей. Теория ароматического переходного состояния. Метод возмущений и его применение в органической химии Реакции, контролируемые донорно-акцепторными взаимодействиями. Реакции, контролируемые обменными взаимодействиями.

Тема 4. Нуклеофильная реакционная способность

Общая концепция нуклеофильной реакционной способности. Оценка

нуклеофильной реакционной способности. Корреляционные уравнения.. Амбидентные нуклеофилы и их реакционная способность. Концепция ЖМКО. Метод возмущений. Зарядовый и орбитальный контроль.

Тема 5. Гетеролитические реакции алканов

Протолиз алканов. Метоний-катион. Природа связи. Электрофитльные реакции алкилирования, нитрования, хлорирования алканов..

Тема 6. Реакции присоединения к кратным связям углерод-гетероатом

Реакции присоединения к связям C=O, C=S, C≡N. Механизм реакций, их синтетическое значение.

Тема 7. Селективность органических реакций

Хемоселективность, региоселективность, стереоселективность. Подходы к обеспечению селективности. Селективность и специфичность.

Тема 8. Электро-циклические реакции

Конротаторные и дисротаторные процессы. Правила отбора.

Тема 9. Реакции цикло-присоединения

Теоретическое рассмотрение реакций [2+2], [2+4] и [2+3]-циклоприсоединения. Правила отбора. Корреляционные диаграммы.

Тема 10. Обсуждение сопряженных систем с позиций метода возмущения молекулярных орбиталей (ВМО)

Принципы метода ВМО. Альтернантные и неальтернантные системы. Теорема парности. Расчет коэффициентов НСМО. Распределение зарядов в нечетных АС. Энергия локализации и ее вычисление. Индексы реакционной способности.

2.2.3. Примерные вопросы к устному опросу

Раздел 1. Механизмы органических реакций

1. Гомолитические, гетеролитические и перициклические процессы разрыва и образования ковалентных связей.
2. Механизмы свободнорадикального замещения у насыщенного атома углерода.
3. Гетеролитические реакции алканов.
4. Механизмы нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода.
5. Механизмы свободнорадикального, электрофильного и нуклеофильного присоединения к кратным связям углерод-углерод.
6. Механизмы присоединения к кратным связям углерод-гетероатом.
7. Механизмы реакций отщепления.
8. Механизм электрофильного ароматического замещения.
9. Механизм нуклеофильного ароматического замещения.

10. Свободнорадикальное ароматическое замещение.
11. Механизмы перциклических реакций (электроциклические реакции, циклоприсоединение, сигматропные реакции).
12. Механизмы реакций восстановления и окисления органических соединений.

Раздел 2. Стереохимические аспекты органических реакций

13. Стереизомерия органических соединений и методы определения пространственной конфигурации.
14. Конформация ациклических и циклических соединений.
15. Стереохимия реакций радикального, нуклеофильного и электрофильного замещения у насыщенного атома углерода.
16. Стереохимия реакций присоединения к двойной и тройной углерод-углеродной связи.
17. Стереохимия реакций отщепления.
18. Пространственные эффекты в реакциях ароматических соединений.
19. Стереохимия перциклических реакций.
20. Стереоселективность и стереоспецифичность реакций.
21. Асимметрический синтез.

2.2.4. Примерные задачи

1. Предложите механизм приведенного ниже превращения, имея в виду, что при использовании в качестве растворителя H_2O^{18} , карбоксильная группа продукта содержит приблизительно половину O^{18} .

2. Предложите механизм приведенного ниже превращения, имея в виду, что данная реакция относится к реакциям нуклеофильного замещения:

3. Предложите план синтеза приведенного соединения из веществ, содержащих меньшее число атомов углерода, учитывая, что одним из исходных веществ является ацетон.

Укажите наиболее оптимальные условия проведения синтеза.

2.2.5. Вопросы к зачету

1. Раскройте понятие «механизм реакций», приведите примеры реакций.
2. Охарактеризуйте классификации химических реакций (по числу реагирующих частиц, по результатам реакции, по природе реагирующих частиц).
3. Назовите типы реагентов (свободные радикалы, электрофилы, нуклеофилы). Приведите примеры.
4. Охарактеризуйте механизм реакций электрофильного присоединения к алкенам (галогенирование, гидрогалогенирование, гидратации, присоединение спиртов, гидроборирование).
5. Охарактеризуйте реакции алкенов с другими электрофильными реагентами (нитрозилхлоридом, бромазидом, хлорангидридами карбоновых кислот по

- реакции Кондакова, хлораминами и хлорэфирами в присутствии кислот Льюиса).
6. Охарактеризуйте реакции алкинов с электрофильными и нуклеофильными реагентами.
 7. Охарактеризуйте реакции нуклеофильного замещения в алкильных производных (галогенуглеводороды, спирты, простые и сложные эфиры).
 8. Объясните механизм реакций замещения типа S_N .
 9. Объясните стереохимию S_N2 -замещения.
 10. Объясните стереохимию S_N1 -реакций.
 11. Объясните влияние структурных факторов и природы растворителя при S_N -реакциях.
 12. Объясните влияние уходящей группы и нуклеофильного реагента в S_N -реакциях.
 13. Охарактеризуйте реакции элиминирования. Примеры.
 14. Объясните механизм реакции E_1 .
 15. Объясните механизм реакции E_2 .
 16. Объясните механизм реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду.
 17. Охарактеризуйте типичные реакции замещения в бензоле.
 18. Объясните влияние заместителей на реакционную способность и ориентацию при электрофильном замещении.
 19. Охарактеризуйте электронные эффекты (индуктивный, мезомерный, гиперконъюгация)
 20. Объясните ориентацию в дизамещенных бензолах.
 21. Охарактеризуйте реакции замещения в многоядерных ароматических углеводородах.
 22. Объясните механизм реакций нуклеофильного замещения в активированных арилгалогенидах.
 23. Объясните механизм нуклеофильного замещения в ароматическом ряду, включающий отщепление-присоединение.

2.3. Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2025/2026 учебный год

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами.

2. Обновлена «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева).

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика – кафедры биологии, химии и методики обучения «07» мая 2025 г., протокол № 9

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой

Е.М. Антипова

2.3. Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2026/2027 учебный год

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика – кафедры биологии, химии и методики обучения «06» мая 2026 г., протокол № 9

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой

Е.М. Антипова

3. Учебные ресурсы

3.1. Карта литературного обеспечения дисциплины (включая электронные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Место хранения / Электронный адрес	Количество экземпляров / точек доступа
1	2	3	4
Основная литература			
1	Органическая химия: учебник / ред. Н. А. Тюкавкина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 640 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	5
2	Органическая химия: учебник: в 2 кн. Кн. 1. Основной курс / ред. Н.А. Тюкавкина. М.: Дрофа, 2008. 638 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	15
3	Травень В. Ф. Органическая химия: учебник: в 2-х т. Т. 1. М.: Академкнига, 2005 (2008). 727 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	5
4	Травень В.Ф. Органическая химия: учебник: в 2-х т. Т. 2. М.: Академкнига, 2005 (2008). 582 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	5
5	Семенов А.А., Карцев В.Г. Биологическая активность природных соединений: монография. М.: Научное партнерство, 2012. 520 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	1
6	Артеменко А.И., Тикунова И.В., Ануфриев Е.К. Практикум по органической химии. М.: Высшая школа, 2001. 187 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	10
7	Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии: учебное пособие. М.: Дрофа, 2001. 352 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	80
8	Ким А.М. Органическая химия: учебное пособие. Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2001. 814 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	30
9	Иванов В.Г., Горленко В.А., Гева О.Н. Органическая химия учебное. М.: Мастерство, 2003. 624 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	15
Дополнительная литература			
10	Горностаев Л.М. Избранные главы химии хинонов и хиноидных соединений. Красноярск: КГПУ им. В. П. Астафьева, 2013. 156 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	21
11	Типовые задания по органической химии: учебное пособие. Ч. 1 / под ред. Л.М. Горностаева. Красноярск: КГПУ им. В. П. Астафьева, 2011. 104 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	40
12	Введение в стереохимию органических соединений: от метана до макромолекул: учебное пособие / Ш. Бакстон, С. Робертс. М.: Мир, 2005. 311 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	2

1	2	3	4
13	Вопросы и задачи по органической химии: учебное пособие / под ред. Т.К. Веселовской. М.: Высшая школа, 1988. 255 с.	Научная библиотека	12
14	Писаренко А.П., Хавин З.Я. Курс органической химии: учебник. М.: Высшая школа, 1985. 527 с.	Научная библиотека	65
15	Горностаев Л.М., Лаврикова Т.И., Арнольд Е.В., Бочарова Е.А. Типовые задания по органической химии: учебное пособие. Ч. 1. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2011. 104 с. URL: http://elib.kspu.ru/document/5505	ЭБС КГПУ им.В.П.Астафьева	Индивидуальный неограниченный доступ
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы			
16	Типовые задания по органической химии: учебное пособие. Ч. 2 / под ред. Л.М. Горностаева. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2009. 116 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	10
17	Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: пособие для вузов / под ред. Н.А. Тюкавкиной. М.: Дрофа, 2002. 384 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	1
18	Горностаев Л.М., Лаврикова Т.И., Арнольд Е.В., Бутко Е.А. Типовые задания по органической химии: учебное пособие. Ч. 2. – Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева., 2013. 114 с. URL: http://elib.kspu.ru/document/5506	ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева	Индивидуальный неограниченный доступ
19	Иванов В.Г., Гева О.Н., Гаверова Ю.Г. Практикум по органической химии: учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. М.: Academia, 2000. 288 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	21
Ресурсы сети Интернет			
1	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru/	Свободный доступ
2	Сайт о химии «ХиМиК»	http://www.xumuk.ru/	Свободный доступ
3	Химический портал ChemPort.Ru	http://www.chemport.ru	Свободный доступ
Профессиональные Базы данных и информационно-справочные системы			
1	Elibrary.ru: электронная библиотечная система: сайт / Рос. информ. портал. – Москва, 2000. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.	https://elibrary.ru	Свободный доступ
2	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	https://biblioclub.ru/	Индивидуальный неограниченный доступ

3.2. Карта материально-технической базы дисциплины

Аудитория	Оборудование (наглядные пособия, макеты, модели, лабораторное оборудование, компьютеры, интерактивные доски, проекторы, программное обеспечение)
для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости	
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89, 5-06	Учебная доска – 1 шт., экран – 1 шт., микроскопы – 9 шт., проектор – 1 шт., наборы микропрепаратов по цитологии и гистологии, микропрепараты
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89, 5-19	Электрические плитки – 6 шт., лабораторная посуда (линейки, пинцеты, спиртовки, чашки Петри), сушильный шкаф – 1 шт., кадаскоп – 1 шт., муфельная печь – 1 шт., набор для химических практикумов – 1 шт., хранилище для химических реактивов – 1 шт., химические реактивы, вытяжной шкаф – 2 шт., учебная доска – 1 шт., лабораторные столы – 6 шт., учебные таблицы – 1 шт.
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89, 5-21	Роторный испаритель – 1 шт., колбонагреватель – 4 шт., лабораторная посуда (пинцеты, спиртовки, чашки Петри), сушильный шкаф – 1 шт., магнитная мешалка – 1 шт., весы, плитка – 3 шт., вытяжной шкаф – 2 шт., научная литература
для самостоятельной работы	
Зал для научной работы, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89, ауд. 1-03	Компьютер – 3 шт., МФУ – 3 шт., рабочее место для лиц с ОВЗ (для слепых и слабовидящих)
Центр самостоятельной работы г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89, ауд. 1-05	Компьютер – 15 шт., МФУ – 5 шт.

Материально-техническое обеспечение для аспирантов из числа инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья

Согласно Положения об организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в КГПУ им. В.П. Астафьева при обучении инвалидов и лиц с ОВЗ при необходимости могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии с возможностью приема-передачи информации в доступных для них формах.

Создание безбарьерной среды в КГПУ им. В.П. Астафьева учитывает потребности лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата. Оборудованы специальные рабочие места для обучающихся колясочников, что предполагает увеличение размера зоны на одно место с учетом подъезда и разворота кресла-коляски, увеличения ширины прохода между рядами столов, имеются три мобильных подъемных платформы с электроприводом «БарсУГП-130-1». При необходимости платформы могут быть перевезены и использованы в любом учебном корпусе и (или) общежитии. В университете имеются специальные места для парковки автотранспортных средств для инвалидов и (или) сопровождающих их лиц возле всех учебных корпусов. Ширина коридоров учебных корпусов соответствует нормативным требованиям для передвижения инвалидов-колясочников.

Все учебные корпуса оборудованы предупреждающими знаками-наклейками для слабовидящих «Осторожно! Препятствие. Стеклопанель», кроме того вход в учебный корпус на ул. Ады Лебедевой, д. 89 оборудован тактильной плиткой для слепых. Контрастные круги на дверях и контрастные полосы на ступенях позволяют слабовидящим людям получать информацию о наличии препятствия во всех учебных корпусах.

Официальный сайт университета имеет версию для слабовидящих. ЭБС «Университетская библиотека», а также ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева также имеют версию для слабовидящих.

Для обучающихся с нарушением зрения могут применяться переносные лупы Руби, настольные лупы с подсветкой, имеющиеся в университете. В Университете имеется специальное программное обеспечение, позволяющее увеличивать шрифт на компьютере, воспроизводить текстовые документы.

В научной библиотеке оборудовано автоматизированное рабочее место, оснащенное специальным техническим оборудованием для пользователей, имеющих ограничения по зрению, в том числе для слепых: имеется тактильный дисплей Брайля (функциональное устройство, позволяющее показывать слепым и слабовидящим людям различную текстовую информацию в виде шрифта Брайля), читающая машина ZOOMAX, электронный ручной видеоувеличитель, индукционная система для слабослышащих посетителей библиотеки, принтер для печати шрифтом Брайля. При необходимости данное оборудование может быть перевезено и использовано в любом учебном корпусе.

Для обучающихся с нарушением слуха имеются две FM-системы индивидуального пользования и стационарные наушники. При необходимости данное оборудование может быть перевезено и использовано в любом учебном корпусе

Для информационно-библиотечного обеспечения обучающихся с ОВЗ и инвалидностью научной библиотекой предоставляется удаленный доступ к ресурсам:

- ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева <http://elib.kspu.ru/>;
- «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>;
- Межвузовская электронная библиотека <https://icdlib.nspu.ru/>;
- ЭБС Издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>;
- КГБУК «Красноярская краевая спецбиблиотека» (договор на информационно-библиотечное обслуживание по межбиблиотечному абонементу).