

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
ХИМИЯ ХИНОНОВ И ХИНОИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
элективная дисциплина

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

Красноярск 2026

Рабочая программа элективной дисциплины «Химия хинонов и хиноидных соединений» 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 «08» 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., протокол № 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 «Химия хинонов и хиноидных соединений» к элективным дисциплинам учебного плана образовательной программы аспирантуры. Изучается в 1–2 семестре.

2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е. (108 ч.). Включает контактную работу с преподавателем в форме занятий лекционного и практического типа 40 ч. / 1,11 з.е. На самостоятельную работу отводиться 67,85 часов / 1,88 з.е.

3. Цель освоения дисциплины

Цель – формирование у аспирантов знаний по одному из ведущих направлений органической химии – химии гетероциклических соединений, приемов построения гетероциклических соединений, навыков работы по основным специфическим методам синтеза, анализа. Ознакомление аспирантов с основными свойствами гетероциклических соединений, обладающих биологической активностью, антиоксидантными, полупроводниковыми, сенсорными и другими полезными свойствами.

4. Планируемые результаты обучения

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

Планируемые результаты обучения

Задачи освоения дисциплины	Планируемые образовательные результаты
Изучение строения, основных методов синтеза, химических свойств и биологической активности гетероциклических соединений с различными гетероатомами	<i>Знает:</i> классификацию и номенклатуру гетероциклов; основные методы синтеза гетероциклов и их производных; химические свойства гетероциклов и их производных; основных представителей природных гетероциклов. <i>Умеет:</i> составлять формулы по названию гетероциклических соединений и составлять названия по формулам; решать задачи, воспроизводящие ситуации, встречающиеся в практике многостадийного синтеза конкретных гетероциклических соединений; предполагать возможные физические и химические свойства гетероциклов и их производных на основе их строения. <i>Владеет:</i> навыками планирования синтеза различных гетероциклических соединений и их производных.
Формирование навыков проведения научных исследований	<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.
Формирование способности использовать полученные знания, умения и навыки в организации научно-исследовательской и	<i>Знает:</i> классификацию, номенклатуру, строение и свойства гетероциклических соединений. <i>Умеет:</i> работать с органическими веществами

педагогической деятельности	(жидкости, твердые, горючие, яды, пахучие). <i>Владеет:</i> основными методами синтеза биологически активных гетероциклических соединений; приемами идентификации гетероциклических соединений и их производных.
-----------------------------	--

5. Контроль результатов освоения дисциплины. Индивидуальные задания, тематические задачи, тестирование, контрольная работа. Промежуточный контроль – 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. Введение	5	1	1			4
<i>Тема 1. Общие представления о гетероциклических соединениях</i>	4		1			4
Раздел 2. Основные представители различных классов гетероциклических соединений	102,85	39	13		26	63,85
<i>Тема 1. Трехчленные гетероциклы</i>	9	1	1			8
<i>Тема 2. Четырехчленные гетероциклы</i>	9	1	1			8
<i>Тема 3. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом</i>	9	1	1			8
<i>Тема 4. Пятичленные ароматические гетероциклы с двумя, тремя гетероатомами (пиразолы, имидазолы, оксадиазолы, триазолы) и их конденсированные аналоги</i>	14	6	2		4	8
<i>Тема 5. Конденсированные производные пиррола, фурана и тиюфена</i>	16	6	2		4	10
<i>Тема 6. Шестичленные гетероциклы с одним атомом азота</i>	16	8	2		6	8
<i>Тема 7. Шестичленные гетероциклы с одним атомом кислорода</i>	16	8	2		6	8
<i>Тема 8. Природные биологически активные шестичленные гетероароматические соединения</i>	13,85	8	2		6	5,85
Промежуточная аттестация – зачет	0,15	0,15				
ИТОГО	108	40,15	14		26	67,85

1.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Введение

Тема 1: Общие представления о гетероциклических соединениях

Классификация гетероциклов по числу атомов в цикле, по природе гетероатомов и их числу. Номенклатура гетероциклических соединений. Природные соединения, содержащие гетероциклы: нуклеиновые кислоты, углеводы, алкалоиды, антибиотики, коферменты. Синтетические гетероциклические соединения; их применение в качестве лекарственных средств, пестицидов, органических сенсоров, антиоксидантов, фотоактивных материалов и др.

Раздел 2. Основные представители различных классов гетероциклических соединений

Тема 1. Трехчленные гетероциклы

Азиридин, оксиран, тиеран. Общие методы синтеза и химические свойства. Электронное строение трехчленных гетероциклов. Реакции с раскрытием кольца и с элиминированием гетероатома.

Тема 2: Четырехчленные гетероциклы

Азетидин, оксетан и титан. Электронное строение и химические свойства четырехчленных гетероциклов. Способы получения: из 1,3-бифункциональных производных алканов, реакцией циклоприсоединения.

Тема 3: Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом

Фуран, пиррол и тиофен. Получение фурана и тиофена из 1,4-дикарбонильных соединений. Промышленное получение фурфурола из пентозанов. Декарбонилирование фурфурола и декарбоксилирование пироглиевой кислоты. Промышленный каталитический способ синтеза тиофена из бутана (бутена, бутадиена) и диоксида серы. Получение замещенных пирролов из α -аминокетонов и соединений, имеющих активную метиленовую группу (Кнорр). Конденсация 2-галогенкетонов (α -галогенальдегидов) и β -кетозэфиров (β -дикетонов) с аммиаком (Ганч). Гетерогенно-каталитические взаимные превращения фурана, тиофена, пиррола (реакция Юрьева). Электронное строение и ароматичность фурана, пиррола и тиофена. Реакции электрофильного замещения в пятичленных гетероциклах – протонирование, нитрование, сульфирование, галогенирование. Реакции нуклеофильного замещения в ряду производных пиррола, тиофена и фурана. Реакции присоединения.

Фуран в реакциях диенового синтеза. Влияние заместителей на химическую активность диена и диенофила. Особенности реакции Дильса–Альдера в ряду производных пиррола и тиофена. Присоединение карбенов. Реакции, фурана, пиррола и тиофена, протекающие с разрушением

ароматического цикла. Фурфурол – ароматический альдегид: реакции электрофильного замещения, реакции Канниццаро, Перкина, фууроиновая конденсация. Порфин. Природные порфирины: гемоглобин и миоглобин – переносчики кислорода. Цитохромы – переносчики электронов. Хлорофиллы, витамин B12 и его коферменты.

Тема 4: Пятичленные ароматические гетероциклы с двумя, тремя гетероатомами (пиразолы, имидазолы, оксадиазолы, триазолы) и их конденсированные аналоги.

1,2-Азолы. 1,3-Азолы. Таутомерия и химические свойства 1,3- азолов. Сравнительная характеристика азолов.

Тема 5: Конденсированные производные пиррола, фурана и тиюфена

Индол в природе. Методы синтеза: реакция Фишера, механизм реакции Фишера. Реакции с сильными электрофилами: нитрование, сульфирование, галогенирование, реакция Фриделя-Крафтса. Реакция со слабыми электрофилами: реакции Вильсмайера, Манниха, азосочетания, карбонизации. Биологически важные производные индола: триптофан, серотонин. Психотомиметические вещества: диэтиламид лизергиновой кислоты, буфотенин, псилоцин и псилоцибин. Гормоны: мелатонин, гетероаукмин. Антибиотики: индолмицин, митомицины. Индольные алкалоиды (резерпин, винбластин, винкристин, эллиптицин, алкалоиды спорыньи, стрихнин). Аскорбиген и антиканцерогенные индолы. Важные лекарственные препараты: психотропные – индопан и пиразидол, противовоспалительные – индометацин, иммуномодуляторы – арбидол. Индолилалкиламины – эффективный класс радиопротекторов (мексамин). Карбазол. Методы получения, химические свойства. Бензо-2,3-фураны. Кумарон, 2- и 3-кумароны. Синтез кумарона и его свойства. Дибензфуран. Конденсированные системы тиюфена. Тиюфен, тиюнафтен, тиюиндиго, дибензотиюфен, их строение и свойства.

Тема 6: Шестичленные гетероциклы с одним атомом азота

Пиридин. История открытия. Биологическая и промышленная важность производных пиридина. Номенклатура. Методы получения пиридиновых соединений. Выделение пиридина и его гомологов из каменноугольной смолы. Синтез из альдегидов и аммиака (Чичибабин), из ацетоуксусного эфира (Ганч, Кновенагель). Гидрирование пиперидиновых соединений. Физические свойства пиридиновых оснований. Электронное строение пиридина. Химические свойства. Свойства цикла и гетероатома. Озонирование. N-Оксид пиридина. Взаимодействие с галогеналкилами, реакция Ладенбурга. Раскрытие пиридинового цикла в солях пиридиния (Цинке, Кенинга). Пиридин как ароматическая система. Реакции электрофильного замещения: нитрование, сульфирование, галогенирование, меркурирование. Ориентация, условия проведения реакций. Влияние заместителей в пиридиновом кольце на протекание реакций электрофильного

замещения. Нуклеофильное замещение. Аминирование пиридина (Чичибабин), представление о механизме реакции (Ингольд). Гидроксилирование пиридина. Взаимодействие пиридина с литий- и магнийорганическими соединениями.

Тема 7: Шестиленные гетероциклы с одним атомом кислорода

Пираны, тиопираны, соли пирилия и тиопирилия. Ароматический характер солей пирилия. Методы получения и реакции солей пирилия. Биологически активные производные пиранов. Кумарины и хромоны. Методы получения и реакции кумаринов и хромонов. Фотохромные и люминесцентные свойства производных кумарина. Важнейшие производные кумарина и хромона.

Тема 8: Природные биологически активные шестиленные гетероароматические соединения

Никотиновая кислота и никотинамид (витамин РР), коферменты НАД и НАДФ, пиридоксин, пиридоксаль и пиридоксамин (витамин В). Кофермент – пиридоксальфосфат. Пиперидины. Природные соединения, содержащие пиперидиновый цикл: атропин, кокаин, местные анестетики – морфин – их строение и физиологическое действие.

1.3. Методические рекомендации аспирантам по освоению данной дисциплины

При освоении дисциплины «Химия хинонов и хиноидных соединений» аспиранту следует обратить внимание на следующие моменты:

1. Материал дисциплины представлен в 8 темах, каждая из которых завершается проверкой полноты знаний по освоенному материалу.

Предусмотрены следующие формы контроля знаний:

- Тематические задачи.
- Контрольная работа.
- Индивидуальные домашние задания.
- Тест.

Рекомендации по выполнению заданий, контрольных работ, требований к ним

В едином сборнике «Типовые задания по органической химии» (часть 1 и часть 2), имеются задания по ключевым вопросам органической химии. Сборник находится в печатном и электронном варианте.

При решении заданий помимо конспектов лекций, необходимо обращаться к учебным пособиям обязательной и дополнительной литературе.

В тех случаях, когда задачу решить не удастся, возникают неясности и затруднения, нужно обращаться за консультацией к преподавателю.

Для выполнения заданий следует завести отдельную большую тетрадь, куда вошли бы все решенные задания.

2. Компоненты мониторинга образовательных результатов аспирантов

Таблица

Оценочные средства и перечень проверяемых с их помощью образовательных результатов

Образовательные результаты	Оценочные средства
Способен составлять формулы по названию гетероциклических соединений и составлять названия по формулам; Способен решать задачи, воспроизводящие ситуации, встречающиеся в практике многостадийного синтеза конкретных гетероциклических соединений; Способен предполагать возможные физические и химические свойства гетероциклов и их производных на основе их строения.	Тест Тематические задачи Индивидуальные задания
Способен планировать синтез различных гетероциклических соединений и их производных.	Контрольная работа Вопросы к экзамену

2.1. Фонд оценочных средств по дисциплине

Фонд оценочных средств включает: индивидуальные задания, тематические задачи, контрольная работа, тестирование.

2.1.1. Оценочное средство – индивидуальные задания.

Критерии оценивания по оценочному средству:

1. Представлены структуры искомых веществ в соответствии с условиями задачи.
2. Дано описание спектральным характеристикам искомых веществ в соответствии с предполагаемой структурой соединения.

2.1.2. Оценочное средство – тематические задачи.

Критерии оценивания по оценочному средству:

1. Записаны структуры веществ в соответствии с их номенклатурным названием.
2. Приведены уравнения химических реакций с указанием условий их протекания.

2.1.3. Оценочное средство – контрольная работа.

Критерии оценивания по оценочному средству:

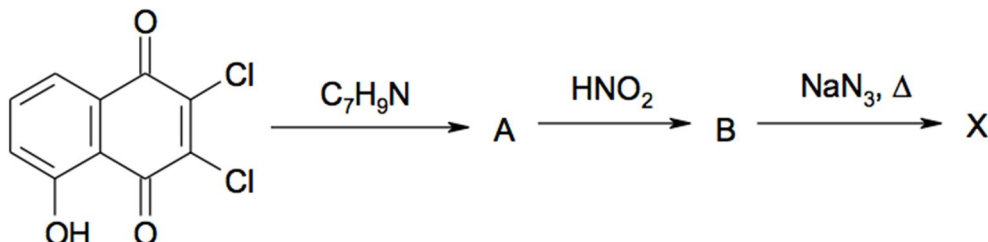
1. Записаны структуры веществ в соответствии с их номенклатурным названием.
2. Приведены уравнения химических реакций с указанием условий их протекания.

3. Даны развернутые ответы на вопросы.

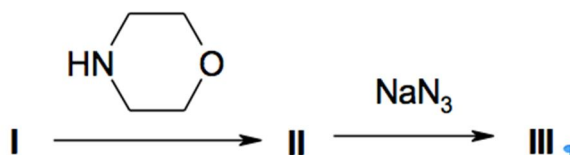
2.2. Контрольно-измерительные материалы

2.2.1. Индивидуальное задание

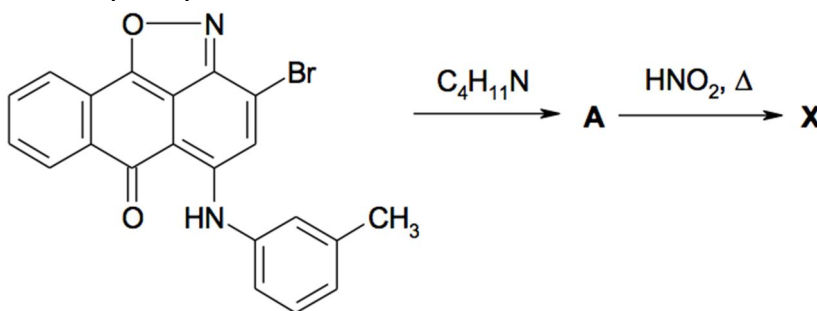
1. 2,3-Дихлор-5-гидрокси-1,4-нафтохинон ($C_{10}H_4Cl_2O_3$) (2,3-дихлорюглон) при последовательной обработке бензиламином, азотистой кислотой, азидом натрия и нагревании даёт продукт X состава $C_{17}H_{11}N_3O_4$. Установите структуры всех промежуточных и конечного продуктов по их спектральным характеристикам.



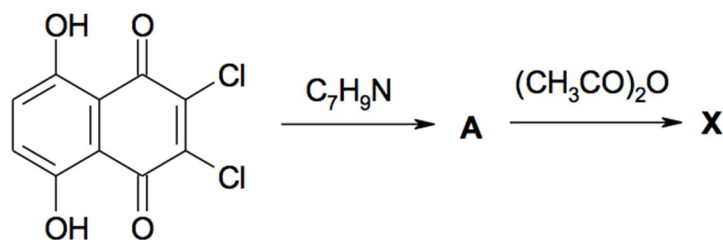
2. Соединение I молекулярной формулой $C_6H_5Br_2FNO$ (2,6-дибром-4-фторнитрозобензол) при обработке морфолином превращается в продукт II состава $C_{10}H_{10}Br_2N_2O_2$. Затем на него подействовали азидом натрия, образовался продукт III состава $C_{10}H_{10}BrN_3O_2$. Определите структуру исходного вещества и продуктов II, III по их спектральным характеристикам.



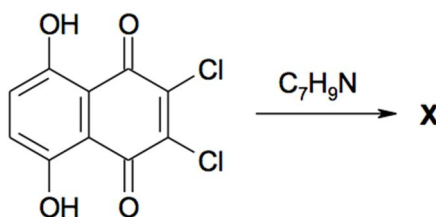
3. 3-Бром-5-*m*-толуидино-6-оксо-6*H*-антра[1,9-*cd*]изоксазол при последовательной обработке изобутиламином, азотистой кислотой и нагревании даёт продукт X состава $C_{25}H_{22}N_4O_3$. Установите структуры промежуточного и конечного продуктов по их спектральным характеристикам.



4. 2,3-Дихлор-5,8-дигидрокси-1,4-нафтохинон ($C_{10}H_4Cl_2O_4$) (2,3-дихлорнафтозарин) при последовательном действии *n*-толуидином, а затем уксусным ангидридом превращается в продукт X состава $C_{19}H_{14}ClNO_5$. Предложите формулу конечного продукта по их спектральным характеристикам.



5. 2,3-Дихлор-5,8-дигидрокси-1,4-нафтохинон ($C_{10}H_4Cl_2O_4$) (2,3-дихлорнафтозарин) при обработке *m*-толуидином превращается в продукт **X** состава $C_{17}H_{11}ClNO_4$. Определите формулу конечного продукта по спектральным характеристикам.



2.2.2. Тематические задачи

1. Приведите схемы превращений: а) нитробензол $\rightarrow$ 1,4-бензохинон; б) 1,4-бензохинон $\rightarrow$ диметилловый эфир гидрохинона; в) *n*-аминофенол $\rightarrow$ циан-1,4-бензохинон; г) гидрохинон $\rightarrow$ хлоранил (2,3,5,6-тетрахлор-1,4-бензохинон).

2. Соединение $C_{14}H_{20}O_2$ в ИК-спектре имеет интенсивную полосу поглощения при 1675 см^{-1} ; реагирует с HI с выделением свободного йода. Спектр ПМР исследуемого соединения содержит два синглета (δ , м.д.): 6,47 и 1,43 с соотношением интенсивностей 1:9. Какова структура соединения?

3. Рассмотрите строение молекулы 1,4-бензохинона. Охарактеризуйте распределение π -электронной плотности. Почему это соединение имеет жёлтый цвет и можно ли отнести 1,4-бензохинон к ароматическим соединениям?

4. В УФ-спектре 1,4-бензохинона имеется сильная полоса поглощения при 245 нм и слабая при 435 нм. Каким электронным переходам соответствуют эти полосы? Какой переход ответственен за цвет 1,4-бензохинона?

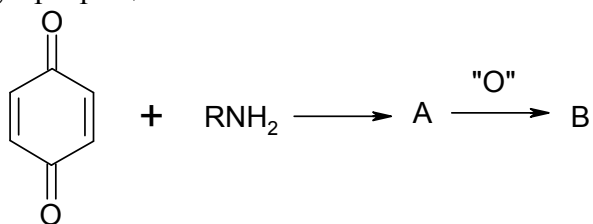
5. Дайте общую характеристику химических свойств 1,4-бензохинона. Какие типы реакций характерны для этого соединения? Напишите реакции хинона с реагентами: а) HI; б) Br_2 ; в) HCl; г) HCN; д) $2HN_2OH$; е) $NaHSO_3$; ж) CH_3OH ($ZnCl_2$); з) $C_6H_5NH_2$; и) 1,3-бутадиен. Приведите механизмы реакций а, в, и.

6. Какое соединение образуется при взаимодействии 1,4-бензохинона с гидроксиламином (1 моль)? Почему это же соединение образуется при действии азотистой кислоты на фенол?

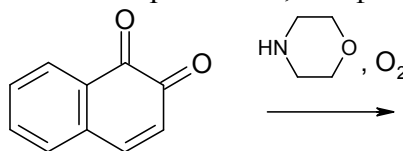
7. Приведите схему получения хингидрона. Напишите электрохимическое уравнение, на котором основано применение хингидрона для определения концентрации водородных ионов. Что такое нормальный потенциал (E_o) хинона? Какие свойства хинона он характеризует?

8. Охарактеризуйте влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей в молекуле 1,4-бензохинона на величину окислительно-восстановительного потенциала (E_o). расположите следующие хиноны в ряд по возрастанию их окислительных свойств: а) 1,4-бензохинон; б) метил-1,4-бензохинон; в) хлор-1,4-бензохинон; г) метокси-1,4-бензохинон.

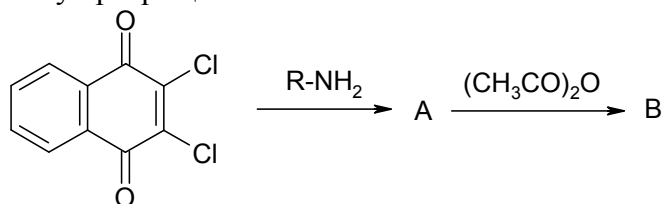
9. Осуществите схему превращений:



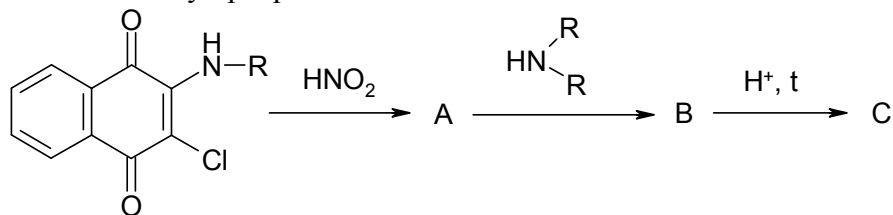
10. Напишите продукт реакции аминирования 1,2-нафтохинона морфолином:



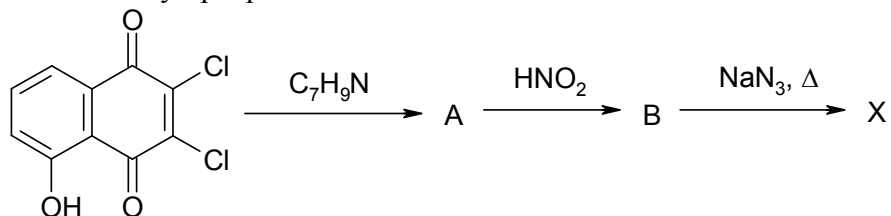
11. Осуществите схему превращений:



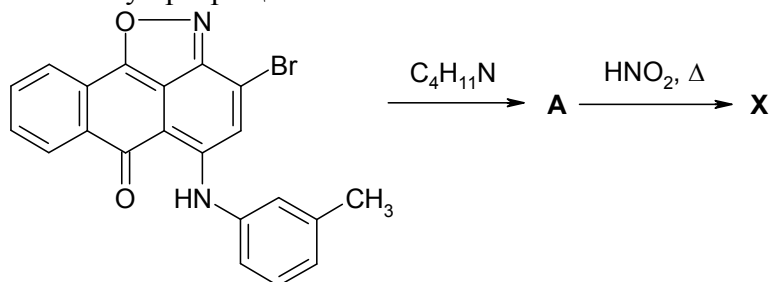
12. Осуществите схему превращений:



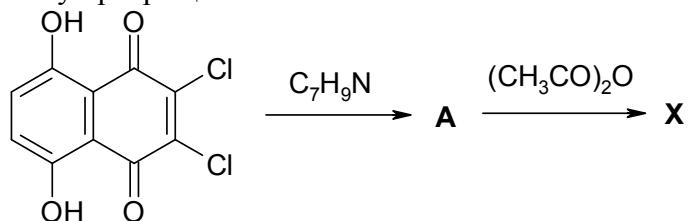
13. Осуществите схему превращений:



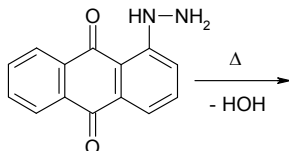
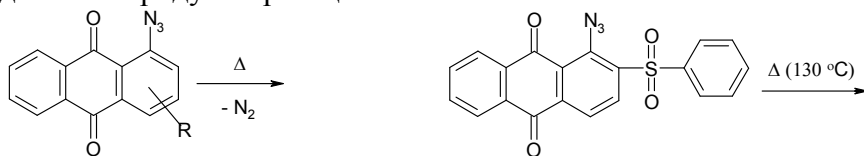
14. Осуществите схему превращений:



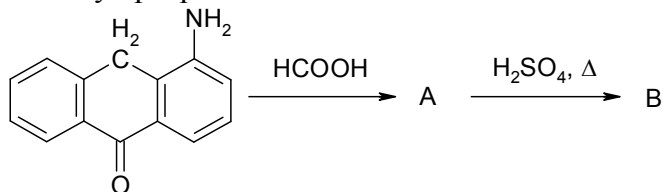
15. Осуществите схему превращений:



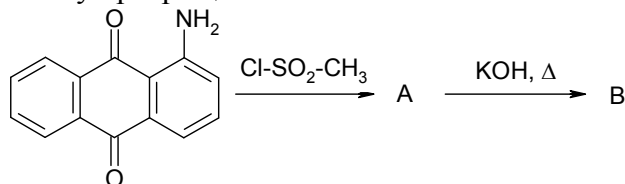
16. Предложите продукты реакций:



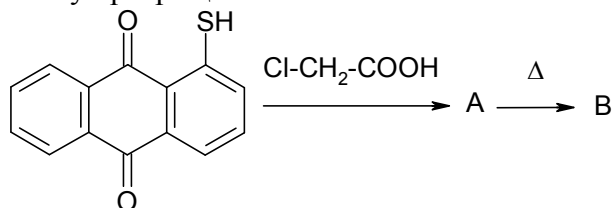
17. Осуществите схему превращений:



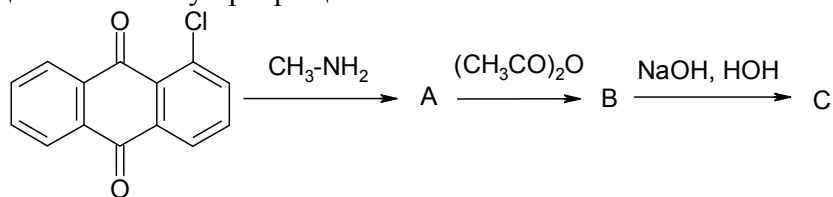
18. Осуществите схему превращений:



19. Осуществите схему превращений:

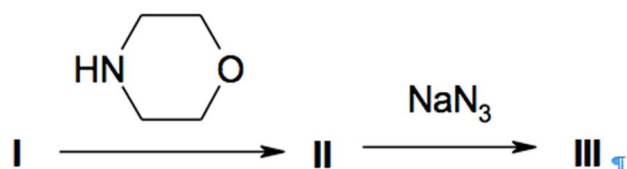


20. Осуществите схему превращений:



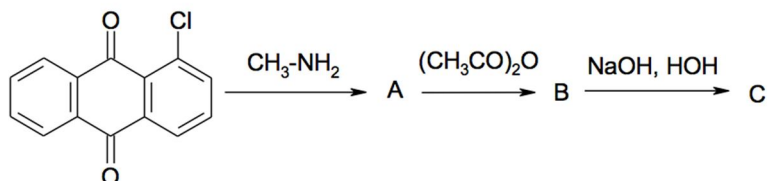
2.2.3. Примерные задания контрольной работы

1) Соединение I молекулярной формулой $C_6H_5Br_2FNO$ (2,6-дибром-4-фторнитрозобензол) при обработке морфолином превращается в продукт II состава $C_{10}H_{10}Br_2N_2O_2$. Затем на него действовали азидом натрия, образовался продукт III состава $C_{10}H_{10}BrN_3O_2$. Определите структуру исходного вещества и продуктов II, III по их спектральным характеристикам.



2) Рассмотрите строение молекулы 1,4-бензохинона. Охарактеризуйте распределение π -электронной плотности. Почему это соединение имеет жёлтый цвет и можно ли отнести 1,4-бензохинон к ароматическим соединениям?

3) Предложите продукты реакций:



4) Какое соединение образуется при взаимодействии 1,4-бензохинона с гидроксиламином (1 моль)? Почему это же соединение образуется при действии азотистой кислоты на фенол?

5) Приведите схему получения хингидрона. Напишите электрохимическое уравнение, на котором основано применение хингидрона для определения концентрации водородных ионов. Что такое нормальный потенциал (E_o) хинона? Какие свойства хинона он характеризует?

2.2.4. Тест по дисциплине

Инструкция:

Тест состоит из 10 заданий. На выполнение теста отводится 20 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

- Ранее хиноны использовались преимущественно в качестве:
 - лекарственных средств,
 - красителей,
 - инсектицидов,
 - гербицидов.
- 1,2-Бензохинон впервые синтезировал:
 - Ю. Либих,
 - Р. Вильштеттер,
 - П. Митчел,
 - Ф. Крейн.
- Хиноны получают при действии на фенолы соли Фреми, которая является:
 - нитрозодисульфатом натрия,
 - ацетатом натрия,

- в) диметилацетамидом,
- г) фторсульфонатом натрия.

4. Атомы углерода и кислорода в хинонах находятся в:
- а) sp -гибридном состоянии,
 - б) sp^2 -гибридном состоянии,
 - в) sp^3 -гибридном состоянии,
 - г) sp^2 -гибридном состоянии — атомы углерода, в sp^3 -гибридном состоянии — атомы кислорода.
5. Присоединение к хинонам реактивов Гриньяра приводит к:
- а) спиртам,
 - б) хинолам,
 - в) кислотам,
 - г) галогенхинонам.
6. Окисление 1,4-бензохинона надсерной кислотой (в присутствии Ag^+) приводит к:
- а) малеиновой кислоте,
 - б) углекислому газу и этилену,
 - в) щавелевой кислоте,
 - г) малеиновому ангидриду.

2.2.5. Примерные вопросы к зачету

1. Классификация хинонов и хиноидных соединений.
2. Области использования природных и синтетических хинонов.
3. Способы получения 1,4-бензохинонов.
4. Способы получения 1,2-бензохинонов.
5. Способы получения 1,2-нафтохинонов.
6. Способы получения 1,4-нафтохинонов.
7. Способы получения 9,10-антрахинона и его производных.
8. Электронное строение 1,2- и 1,4-бензохинона. Окислительные свойства хинонов.
9. Окислительные свойства 1,4-нафтохинона и его производных.
10. Синтез и применение 2,3-дихлор-5,6-дициан-1,4-бензохинона (ДДХ).
11. Реакции 1,4-бензохинона и его производных с нуклеофилами. Общие представления.
12. Реакции 1,4-бензохинонов с азотсодержащими нуклеофилами.
13. Реакции 1,4-нафтохинона и его производных с различными нуклеофилами.
14. Реакции присоединения с участием двойных углерод-углеродных связей хиноидных циклов.
15. Хинон-оксим – нитрозофенольная таутомерия.
16. Хинон-гидразон – гидроксизотаутомерия.
17. Способы получения и особенности строения 9,10-антрахинона.
18. Реакции 9,10-антрахинона с электрофильными реагентами.
19. Реакции производных 9,10-антрахинона, содержащих электронодонорные заместители с электрофильными реагентами.
20. Реакции галогенпроизводных 9,10-антрахинона с нуклеофильными реагентами.
21. Нуклеофильное замещение нитро- и сульфогрупп в производных 9,10-антрахинона.
22. Аминирование гидрокси-, алкокси-, арилокси-, арилсульфонилоксиантрахинонов.
23. 1,9-Гетероциклизации производных 9,10-антрахинона. Синтез 6Н-6-оксоантра[1.9-сd]изоксазолов.
24. 1,9-Гетероциклизации производных 9,10-антрахинона. Синтез 6Н-6-оксоантра[1.9-сd]пиразола.
25. 1,9-Гетероциклизации производных 9,10-антрахинона. Синтез 6Н-6-оксонафто[1.2.3-сd]индолов.
26. 1,9-Гетероциклизация 1-ациламино-9,10-антрахинонов.
27. 1,2-Гетероциклизации на основе монозамещённых производных 9,10-антрахинона, содержащих реагирующие фрагменты в положении 1.
28. 1,2-Гетероциклизации на основе 1,2-дизамещённых производных 9,10-антрахинона.
29. Внутримолекулярные изомеризации 6Н-6-оксоантра[1.9-сd]изоксазолов.
30. Реакции 6Н-6-оксоантра[1.9-сd]изоксазолов с нуклеофильными реагентами.
31. Природные хиноны. Ацетат-малонатный биосинтез хинонов.

- 32. Биосинтез хинонов из L-тирозина и L-фенилаланина.
- 33. Биосинтез хинонов на основе шикимовой и мевалоновой кислот.
- 34. Природные гидрокси-9,10-антрахиноны.

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
	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	Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ»	e.lanbook.com	Индивидуальный неограниченный доступ

1	2	3	4
4	Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru	Индивидуальный неограниченный доступ
5	ИС Антиплагиат: система обнаружения заимствований	https://krasspu.antiplagiat.ru	Индивидуальный неограниченный доступ

Согласовано:

заместитель директора библиотеки / Шулипина С.В.

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. Стеклодверь», 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).