

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Радикальные процессы в нефтехимическом и органическом синтезе

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы
Органическая химия, нефтехимия и полимеры. Синтез и дизайн

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.01 Радикальные процессы в нефтехимическом и органическом синтезе относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н.2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	ПК-1-н.2: Знать основные закономерности протекания радикальных реакций и их применения в органическом и нефтехимическом синтезе Уметь правильно представлять в виде химических формул и уравнений реакций процессы, которые происходят с углеводородами нефти и их производными в результате радикальных превращений Владеть теоретическими знаниями в области электронного и пространственного строения радикалов	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н.2: Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области нефтехимии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н.2: Знать основные источники информации и базы данных по радикальным реакциям и их применению в синтезах Уметь применять имеющуюся научную информацию для анализа реакционной способности свободных радикалов и их применении в синтезах Владеть приемами анализа информации в области строения и реакционной способности радикальных	Реферат Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы

		частиц		
ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н.2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	ПК-3-н.2: Знать основные закономерности протекания и практического применения радикальных процессов в нефтехимическом синтезе Уметь анализировать вероятность протекания радикальных реакций с участием углеводородов нефти и их производных, а также оценивать перспективы их практического применения Владеть навыками критического анализа результатов исследования продуктов радикальных процессов	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	24
Промежуточная аттестация	54 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	

			(практические занятия/лабораторные работы), часы		
	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О
Исторический очерк открытия свободных радикалов	4	2		2	2
Электронное и пространственное строение, стабильность и реакционная способность радикалов	8	4	2	6	2
Основные методы генерирования свободных радикалов	8	4	2	6	2
Методы исследования радикальных частиц и реакций с их участием	8	4	2	6	2
Особенности радикальных процессов в жидкой фазе	8	4	2	6	2
Мономолекулярные реакции свободных радикалов	6	2	2	4	2
Бимолекулярные радикальные реакции с участием свободных радикалов	6	2	2	4	2
Одноэлектронный перенос и окислительно-восстановительные реакции с участием свободных радикалов	8	2	4	6	2
Цепные радикальные процессы	6	2	2	4	2
Радикальные процессы в нефтехимии и нефтехимическом синтезе	10	2	6	8	2
Анион-радикалы и бирадикалы. Строение и реакционная способность	6	2	2	4	2
Методы контроля и управления радикальными процессами	10	2	6	8	2
Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	24

Содержание разделов и тем дисциплины

Исторический очерк открытия свободных радикалов.

Классификация свободных радикалов. Пространственная структура радикалов. Энергия диссоциации связей и энтальпия образования радикалов. Стабильность и реакционная способность радикалов, связь со строением. Основные методы получения свободных радикалов.

Инициаторы свободно-радикальных процессов. Согласованный и несогласованный гомолитический распад связей. Влияние среды на мономолекулярный распад. Кинетика радикального распада. Цепной радикальный распад. Бимолекулярные реакции генерирования радикалов. Окислительно-восстановительные процессы как источники свободных радикалов. Фотохимическое, радиационно-химическое и электрохимическое генерирование радикальных реакций.

Особенности радикальных реакций в жидкой фазе. Кинетическая теория жидкости. Клеточный эффект. Влияние давления на протекание радикальных реакций.

Мономолекулярные реакции свободных радикалов. Изомеризация с отрывом атома водорода, изомеризация с миграцией группы, изомеризация с раскрытием цикла и циклизацией, изомеризация непредельных соединений. Распад свободных радикалов. Метод конкурирующих реакций. Реакции отрыва с участием свободных радикалов. Реакции радикального замещения.

Одноэлектронный перенос и окислительно-восстановительные реакции с образованием и участием свободных радикалов. Взаимосвязь гомолитических и гетеролитических процессов.

Цепные неразветвленные реакции. Элементарные стадии цепных неразветвленных реакций (зарождение, продолжение и обрыв цепей). Кинетические закономерности цепной нерадикальной реакции.

Реакции присоединения с участием свободных радикалов. Радикальная полимеризация. Механизм и кинетика радикальной полимеризации. Передача цепи. Кинетика ингибированной полимеризации. Ингибиторы радикальных процессов.

Ингибиторы радикальных процессов. Их классификация, механизм ингибирования. Многократный обрыв цепей на ингибиторах окисления. Синергизм действия ингибиторов. Биоантиоксиданты. Крекинг углеводородов. Теория Райса. Основные элементарные стадии крекинга. Особенности крекинга углеводородов различного строения. Основные закономерности распада углеродцентрированных радикалов в условиях крекинга. Бимолекулярные реакции в условиях крекинга. Участие растворителя в бимолекулярных реакциях радикалов. Висбрекинг.

Характеристика цепных разветвленных радикальных процессов. Радикальные реакции с энергетическим разветвлением цепи. Лазеры на основе разветвленных радикальных процессов.

Анион-радикалы. Особенности строения и свойства. Бирадикалы и реакции с их участием.

Методы контроля радикальных реакций. Управление реакционной способностью радикалов.

Радикальные процессы в органическом синтезе и синтезе полимеров. Контролируемый синтез полимеров с участием радикалов.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "нет" (нет).
- открытый онлайн-курс МООС "нет" (нет).

Иные учебно-методические материалы: Для подготовки студентов к практическим занятиям и самостоятельному изучению материала рекомендуются методические пособия и разработки кафедры:

1. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Контролируемый синтез функциональных полимеров в условиях радикального инициирования и металлокомплексного катализа: Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2011, 50с.
2. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Современные методы контролируемой радикальной полимеризации для получения новых материалов с заданными свойствами. Электронное учебное пособие. Нижний Новгород. Издательство ННГУ. - 2010. – 48 с. http://www.unn.ru/books/met_files/Grishin.pdf
3. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Современные тенденции контролируемого синтеза функциональных полимеров: фундаментальные аспекты и практическое применение // Успехи химии. 2021. Т. 90. № 2. С.231-264. <https://doi.org/10.1070/RCR4964>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. История становления понятия «свободный радикал» в органической химии;
2. Элементарные стадии радикальных процессов в процессах органической химии и нефтехимии;
3. Радикальные процессы в синтезе полимеров;
4. Стабильные радикалы и их применение в нефтехимическом синтезе;

5. Практическое применение цепных радикальных реакций и процессов;
6. Применение радикальных процессов окисления в синтезе функциональных производных углеводов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Тема реферата раскрыта, проанализированы источники научной литературы по тематике проекта, в том числе за последние 10 лет. Проведено обобщение литературных данных и сделаны выводы.
не зачтено	Отсутствует анализ и обобщение проанализированных источников литературы по теме реферата.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Дайте определение «клетки» в радикальных реакциях. Приведите ее характеристики
2. Сравните одновременный распад двух инициаторов в газовой и жидкой фазе
3. Дайте определение химической поляризации ядер. На чем основано это явление?
4. Рассмотрите типы радикальных пар
5. Рассмотрите реакции свободных радикалов на примере трет-бутильного радикала
6. Рассмотрите рекомбинацию радикалов на примере дифениламинильного радикала
7. Рассмотрите радикальный распад тетраоксида $R_2CHOOOCH_2R$
8. Рассмотрите рекомбинацию двух фенокисильных радикалов
9. Рассмотрите распад циклогексильного радикала

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. Сформулируйте основные принципы (особенности) протекания цепных радикальных процессов
2. Приведите пример цепной неразветвленной радикальной реакции
3. Приведите пример цепной разветвленной радикальной реакции
4. Дайте определение одноэлектронного переноса в химии и приведите пример реакции
5. Рассмотрите реакцию Вюрца с позиций одноэлектронного переноса
6. Нуклеофильное замещение с позиций одноэлектронного переноса
7. Рассмотрите термический крекинг толуола
8. Рассмотрите термический крекинг 2,7-диметилпиктана
9. Сравните реакции атомарного и молекулярного кислорода с циклогексаном

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Рассмотрите реакцию трет-бутилпероксирадикала с этиленом и ее продукты
2. Приведите основные схемы зарождения цепи в реакциях окисления углеводов
3. Рассмотрите основные реакции превращения гидропероксидов в процессе окисления углеводов
4. Рассмотрите распад гидропероксида третичного бутила в присутствии ионов переходного металла
5. Приведите пример цепной неразветвленной радикальной реакции

6. Приведите пример цепной разветвленной радикальной реакции
7. Рассмотрите бимолекулярную реакцию метильного радикала с метиламином
8. Рассмотрите основные методы контроля радикальных процессов
9. Рассмотрите основные способы получения карбена как бирадикала

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Даны правильные ответа более, чем на половину заданий (вопросов)
не зачтено	Правильные ответы даны менее, чем на половину вопросов (заданий)

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
---------------	--	---	--	--	--	--	---

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

Понятие о свободных радикалах

Состояние гибридизации атома углерода в свободных радикалах

Электронное и пространственное строение радикальных частиц

Основные методы получения свободных радикалов

Понятие о «стабильности» свободных радикалов

Основные классы стабильных радикалов

Основные механизмы распада инициаторов

Реакции свободных радикалов. Взаимосвязь стабильности и реакционной способности

Окислительно-восстановительные реакции как источники свободных радикалов

Клеточный эффект в реакциях свободных радикалов

Химическая поляризация ядер

Теория радикальных пар

Реакции рекомбинации и диспропорционирования для различного типа радикалов

Крекинг углеводородов. Основные стадии процесса

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

Мономолекулярные реакции распада и изомеризации свободных радикалов (на примере углеводородных)

Бимолекулярные реакции атомов и свободных радикалов (присоединение, отщепление, рекомбинации и диспропорционирования)

Реакции свободно-радикального замещения

Реакции изомеризации радикалов различного строения (углерод- и кислородцентрированных, с циклизацией и раскрытием цикла с миграцией группы)

Реакции с участием бирадикалов

Цепные радикальные реакции. Особенности их протекания

Элементарные стадии цепных радикальных реакций

Цепные разветвленные реакции

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

Одноэлектронный перенос как элементарный акт формально гетеролитических реакций

Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения с позиций одноэлектронного переноса

Одноэлектронный перенос в реакциях металлоорганических соединений

Ингибиторы свободно-радикальных процессов

Физико-химические методы исследования радикальных частиц и процессов с их участием

Радикальные реакции окисления углеводов и их производных

Радикальные реакции в биохимических процессах

Синтез полимеров в условиях радикального инициирования

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Нонхибел Д. Химия свободных радикалов : Структура и механизм реакций / пер. с англ. М. Г. Гольдфельда ; под ред. И. П. Белецкой. - М. : Мир, 1977. - 606 с. : ил. - 4.70., 3 экз.
2. Розанцев Эдуард Григорьевич. Органическая химия свободных радикалов. - М. : Химия, 1979. - 343 с. : ил. - 3.60., 5 экз.
3. Полумбрик Олег Максимович. Химия вердазильных радикалов / АН УССР, Ин-т орган. химии . - Киев : Наукова думка, 1984. - 251 с. : ил. - 3.00., 1 экз.

4. Багдасарьян Христофор Степанович. Возбужденные состояния и радикальные реакции в жидкой среде / РАН, Отд-ние общ. и техн. химии. - М. : Наука, 1992. - 101, [2] с. : ил. - ISBN 5-02-001608-X : 13.00., 1 экз.
5. Nikhil K. Singha. Reversible Deactivation Radical Polymerization : Synthesis and Applications of Functional Polymers. - De Gruyter, 2020. - 1 online resource. - ISBN 9783110640175. - ISBN 9783110639995. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=858334&idb=0>.
6. Денисов Евгений Тимофеевич. Кинетика гомогенных химических реакций : [учеб. пособие для хим. специальностей вузов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1988. - 390, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-001337-5 (в пер.) : 1.10., 21 экз.
7. Степухович Александр Давыдович. Кинетика и механизм термического крекинга алканов : учеб. пособие по курсу лекций / Сарат. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1977. - 142 с. : граф. - 0.24., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Гришин Дмитрий Федорович. Гомолитические реакции (элемент)органических пероксидов с некоторыми металлоорганическими соединениями и координационно-радикальная (со) полимеризация с их участием : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.03, 02.00.06 / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород, 1994. - 218 с. - Библиогр.: с. 190 - 218., 1 экз.
2. Гетероциклические пространственно затрудненные фенольные ингибиторы свободнорадикальных процессов окисления / Бухаров С.В., Нугуманова Г.Н., Тагашева Р.Г. - Москва : КНИТУ, 2017., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=660585&idb=0>.
3. Фомин Владимир Михайлович. Радикально-цепное окисление органических соединений и его торможение ингибиторами фенольного типа : учебное пособие / В. М. Фомин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2010. - 37 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849967&idb=0>.
4. Гришин Дмитрий Федорович. Современные методы контролируемой радикальной полимеризации для получения новых материалов с заданными свойствами : учебное пособие / Д. Ф. Гришин, И. Д. Гришин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2010. - 50 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849978&idb=0>.
5. Живая радикальная полимеризация. - Воронеж : ВГУ, 2018. - 61 с. - Рекомендовано для студентов 4-го курса очной и очно-заочной формы обучения химического факультета. Также пособие полезно для магистрантов первого года обучения по профилю «Высокомолекулярные соединения». Для направления 04.03.01 – Химия и специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ВГУ - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=754636&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС

"ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования нового поколения. Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой также предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Для проведения лекционных и практических занятий используются специализированные аудитории, видеопроектор, ноутбук, экран, доска, мел и др..

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Гришин Дмитрий Федорович, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Гришин Дмитрий Федорович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.