

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 Ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Металлокомплексный катализ в органическом и нефтехимическом
синтезе

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы
Нефтехимия

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.03 Металлокомплексный катализ в органическом и нефтехимическом 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: З1: Знать основные методологические приемы подготовки реагентов, анализируемых веществ и оборудования, знать принципы работы современной аппаратуры. У1: Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности необходимые экспериментальные методы синтеза и анализа органических соединений, входящих в состав нефти и нефтепродуктов. В1: Владеть навыками работы на современном оборудовании при проведении научных исследований, методами обработки результатов проводимых экспериментов. Мотивация: приобретение опыта использования современного оборудования при проведении научных исследований в области органического и нефтехимического синтеза, катализируемых металлокомплексными соединениями.	Допуск к лабораторной работе Задания Отчет по лабораторным работам Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

<p>ПК-1-хн: Способен использовать современные методы нефтехимического синтеза и металлокомплексного катализа для получения продуктов нефтегазовой и химической промышленности и крупнотоннажного производства полимеров</p>	<p>ПК-1-хн.1: Воспроизводит методики синтеза известных катализаторов, полимеров и присадок к нефтехимическим продуктам.</p>	<p>ПК-1-хн.1: З1: Знать основные законы и правила каталитического органического синтеза, а также детальные механизмы прохождения этих реакций. У1: Студенты должны уметь выполнять синтез по известным литературным источникам и проводить необходимые анализы по идентификации полученных соединений. В1: Владеть теоретическими основами нефтехимического синтеза, а также практическими навыками проведения каталитических органических реакций. Мотивация: Хорошее знание металлокомплексного катализа и особенностей его практического применения дает преимущество выпускнику при поступлении на работу в НИИ, работающих в области металлоорганических соединений, а также при трудоустройстве на нефтехимические производства.</p>	<p>Допуск к лабораторной работе Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>
<p>ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н.1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных ПК-2-н.2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области нефтехимии и/или смежных с химией науках.</p>	<p>ПК-2-н.1: З1: Знать основные способы поиска сбора, анализа и обработки первичной информации с использованием современных IT-технологий. У1: Уметь осуществлять корректный поиск требуемой информации по металлокомплексному катализу в органическом и нефтехимическом синтезе. В1: Владеть навыками работы с современными базами данных при изучении дисциплины. ПК-2-н.2: З1: Знать основы современных технологий сбора, обработки,</p>	<p>Задания Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

		<p>хранения и представления результатов химических экспериментов.</p> <p>У1: Уметь использовать современные компьютерные технологии для обработки и представления результатов химических экспериментов.</p> <p>В1: Владеть навыками представления полученных результатов в виде отчетов с применением современных компьютерных технологий.</p> <p>Мотивация: опыт своевременного написания и предоставления отчетов с применением современных компьютерных технологий.</p>		
<p>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</p>	<p>ПК-3-н.1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p> <p>ПК-3-н.2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p>ПК-3-н.1:</p> <p>З1: Знать основы современных технологий сбора, статистической обработки результатов химических экспериментов и представления экспериментальной информации.</p> <p>У1: Уметь систематизировать и анализировать информацию, полученную в процессе проведения органического и нефтехимического синтеза с участием металлокомплексных катализаторов.</p> <p>В1: Владеть навыками синтеза органических соединений в присутствии металлокомплексных катализаторов и сопоставления, полученных экспериментальных результатов с литературными данными.</p> <p>ПК-3-н.2:</p> <p>З1: Знать основные понятия, ключевые стадии и механизмы процессов органического и нефтехимического синтеза, катализируемых</p>	<p>Допуск к лабораторной работе</p> <p>Задания</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>металлокомплексными соединениями.</p> <p>У1: Уметь определять круг профессиональных специфических задач металлокомплексного катализа в органическом и нефтехимическом синтезе, определять связи между задачами и приоритетные направления их решения.</p> <p>У2: Уметь представлять в общем виде схемы и механизмы основных реакций органического и нефтехимического синтеза, катализируемых металлокомплексными соединениями и определять перспективы практического применения различных катализаторов в нефтехимическом синтезе.</p> <p>В1: Владеть навыками выбора экспериментальных методов синтеза нефтехимических продуктов, катализируемых металлокомплексными соединениями.</p> <p>Мотивация: опыт представления механизмов и выбора конкретных реакций органического и нефтехимического синтеза, катализируемых металлокомплексными соединениями.</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	5	5
Часов по учебному плану	180	180
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32	32

- КСР	2	2
самостоятельная работа	60	78
Промежуточная аттестация	54 экзамен	36 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе								
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего				
	о ф	о з о	о ф	о з о	о ф	о з о	о ф	о з о	о ф	о з о	
Раздел 1. Основные понятия катализа комплексами переходных металлов. Комплексы переходных металлов	8	8	2	2	4	4	6	6	2	2	
Раздел 2. Ключевые стадии в катализе. Понятие о каталитическом цикле	25	28	6	6	6	6	12	12	13	16	
Раздел 3. Гидрирование. Гидросилилирование, гидроцианирование	15	20	4	4	4	4	8	8	7	12	
Раздел 4. Гидроформилирование. Карбонилирование (реакция Реппе)	13	15	4	4	2	2	6	6	7	9	
Раздел 5. Окисление	18	20	4	4	4	4	8	8	10	12	
Раздел 6. Метатезис. Изомеризация алкенов	13	15	4	4	2	2	6	6	7	9	
Раздел 7. Димеризация, олигомеризация и полимеризация алкенов. Реакции сопряженных диенов. Олигомеризация диенов. Полимеризация диенов	15	17	4	4	4	4	8	8	7	9	
Раздел 8. Реакции ароматических углеводородов. Гидрирование аренов	17	19	4	4	6	6	10	10	7	9	
Аттестация	54	36									
КСР	2	2							2	2	
Итого	180	180	32	32	32	32	66	66	60	78	

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 16 ч., очно-заочная форма обучения - 16 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).

- открытый онлайн-курс MOOC "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: 1. Артемов А.Н., Щепалов А.А.

Карбонилирование в промышленном органическом синтезе. Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2012. – 38 с.

2. Щепалов А.А. Каталитические процессы нефтепереработки. Часть I. Каталитический крекинг. Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2011. – 27 с.

3. Ильичев И.С., Артемов А.Н. Основы нефтехимического синтеза. Руководство к спецпрактикуму по нефтехимическому синтезу для студентов химического факультета. Н.Новгород: ННГУ, 2005.- 37с.

4. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Контролируемый синтез функциональных полимеров в условиях радикального инициирования и металлокомплексного катализа. Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2011. – 50 с.

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 - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

Работа №1 «Синтез дифенилов по реакции Ульмана в присутствии металлокомплексов»

1. Гомосочетание арилгалогенидов или гетерарилгалогенидов по реакции Ульмана в присутствии меди, оксидов и сульфидов меди.
2. Арилирование фенолов, аминов, амидов (модификация Голдберга), тиофенолов.
3. Гомосочетание арилгалогенидов в присутствии никеля или палладия.
4. Реакция Ульмана для гетероциклических соединений.
5. Механизмы реакции Ульмана.
6. Зависимость скорости реакции Ульмана от природы галогена (либо другой функциональной группы) в арене.
7. Ход выполнения лабораторной работы, требования техники безопасности.
8. Оборудование, используемое при проведении эксперимента, принципы работы, приемы подготовки реагентов и методы анализа синтезируемых веществ.
9. Способы обработки результатов эксперимента.

Работа №2 «Каталитический метатезис алкенов»

1. Общие схемы реакций метатезиса алкенов и алкинов.

2. Виды метатезиса.
3. Предполагаемые механизмы метатезиса алкенов и алкинов.
4. Характеристика катализаторов Шрока и Граббса.
5. Кросс-метатезис.
6. Метатезис с закрытием цикла.
7. Метатезис с раскрытием цикла.
8. Метатезисная полимеризация с раскрытием цикла.
9. Метатезис «алкен -алкин».
10. Ход выполнения лабораторной работы, требования техники безопасности.
11. Оборудование, используемое при проведении эксперимента, принципы работы, приемы подготовки реагентов и методы анализа синтезируемых веществ.
12. Способы обработки результатов эксперимента.

Работа №3 «Полимеризация этилена на катализаторах Циглера-Натта»

1. Понятие стереоспецифичной полимеризации.
2. Строение катализаторов Циглера-Натта. Активные центры данных катализаторов.
3. Возможные механизмы катализа (анионно-координационный, катионно-координационный и радикальный).
4. Катализаторы Циглера - Натта гетерогенного и гомогенного типа.
5. Носители для катализаторов Циглера - Натта.
6. Синтез стереорегулярных полимеров с использованием металлоценсодержащих катализаторов Циглера-Натта.
7. Ход выполнения лабораторной работы, требования техники безопасности.
8. Оборудование, используемое при проведении эксперимента, принципы работы, приемы подготовки реагентов и методы анализа синтезируемых веществ.
9. Способы обработки результатов эксперимента.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-хн

Работа №4 «Окисление п-ксилола кислородом в присутствии кобальтовых катализаторов».

1. Цепной свободнорадикальный механизм автоокисления.
2. Иницированное окисление.
3. Каталитическое окисление в присутствии металлов постоянной валентности.
4. Каталитическое окисление в присутствии металлов переменной валентности.
5. Механизм эпоксицирования с участием молибденсодержащего катализатора.
6. Окисление алкенов на палладиево-медном катализаторе (Ваккер-процесс).
7. Окисление бензола в малеиновый ангидрид.
8. Окисление кумола в фенол и ацетон.
9. Условия окисления п-ксилола кислородом в присутствии ацетата/бензоата кобальта.
10. Ход выполнения лабораторной работы, требования техники безопасности.
11. Оборудование, используемое при проведении эксперимента, принципы работы, приемы подготовки реагентов и методы анализа синтезируемых веществ.
12. Способы обработки результатов эксперимента.

Работа №5 «Каталитическое кросс-сочетание реактивов Гриньяра с арилгалогенидами»

1. Строение реактивов Гриньяра. Равновесие Шленка.
2. Методы синтеза реактивов Гриньяра. Особенности синтеза винильных и арильных реактивов Гриньяра.
3. Магний Рике и способы его получения.
4. Катализаторы на основе никеля, палладия, кобальта для реакций сочетания реактивов Гриньяра с арилгалогенидами.
5. Лигандные ограничения в реакциях сочетания реактивов Гриньяра с арилгалогенидами.
10. Ход выполнения лабораторной работы, требования техники безопасности.
11. Оборудование, используемое при проведении эксперимента, принципы работы, приемы подготовки реагентов и методы анализа синтезируемых веществ.
12. Способы обработки результатов эксперимента.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

Работа №6 «Синтез катализатора на основе активного оксида алюминия и исследование его каталитических и физико-химических свойств»

1. Силикатные, цеолитные катализаторы. Структура и свойства.
2. Активные центры поверхности катализаторов. Модели поверхности активных центров оксида алюминия.
3. Модификация поверхности оксида алюминия.
4. Центры образования молекулярного водорода в оксидных соединениях алюминия.
5. Оксид алюминия как носитель катализаторов гидрогенизационных процессов.
6. Механизмы реакций гидрирования и дегидрирования.
7. Механизмы реакций обессеривания.
8. Ход выполнения лабораторной работы, требования техники безопасности.
9. Оборудование, используемое при проведении эксперимента, принципы работы, приемы подготовки реагентов и методы анализа синтезируемых веществ.
10. Способы обработки результатов эксперимента.

Работа №7 «Гидроформилирование алкенов»

1. Механизм, условия реакции и катализаторы гидроформилирования.
2. Реакция гидроформилирования на немодифицированных кобальтовых катализаторах.
3. Гидроформилирование на кобальткарбонильных системах, модифицированных третичными фосфинами
4. Родиевые катализаторы. Особенности родиевых катализаторов по сравнению с кобальтовыми системами.
5. Влияние концентрации фосфинового лиганда и давления в системе на активность и селективность реакции гидроформилирования.
6. Механизм реакции Реле, возможные продукты.
7. Ход выполнения лабораторной работы, требования техники безопасности.
8. Оборудование, используемое при проведении эксперимента, принципы работы, приемы подготовки реагентов и методы анализа синтезируемых веществ.

9. Способы обработки результатов эксперимента.

Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции гидрирования алкенов при использовании родиевого катализатора Уилкинсона.
2. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции гидрирования олефинов на ионах цианида кобальта.
3. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции гидроформилирования при использовании немодифицированных кобальтовых катализаторов.
4. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции гидроформилирования при использовании кобальтовых катализаторов, модифицированных третичными фосфинами.
5. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции гидроформилирования при использовании родиевых катализаторов.
6. Напишите в общем виде и прокомментируйте схему реакции Релле при использовании карбонила никеля.
7. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции эпоксицирования алкенов с участием молибденсодержащего катализатора.
8. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции окисления алкенов на палладиево-медном катализаторе (Вакер-процесс).
9. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции метатезиса алкенов при использовании карбеновых комплексов переходных металлов.
10. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции метатезиса алкинов при использовании карбеновых комплексов переходных металлов.
11. Напишите в общем виде и прокомментируйте схему реакции цис-транс-изомеризации алкенов.

12. Напишите в общем виде и прокомментируйте схему реакции миграции двойной связи в алкенах.

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Напишите в общем виде и прокомментируйте механизм реакции димеризации алкенов на комплексах никеля.
2. Напишите в общем виде и прокомментируйте схему реакции линейной димеризации олефинов на комплексах кобальта.
3. Напишите в общем виде и прокомментируйте схему реакции димеризации олефинов на системах, содержащих нуль-валентный палладий.
4. Напишите в общем виде и прокомментируйте схему реакции циклоолигомеризация диенов.
5. Напишите в общем виде и прокомментируйте схему реакции циклотримеризации.
6. Напишите в общем виде и прокомментируйте схему реакции гомогенного гидрирования аренов.
7. Напишите и прокомментируйте реакцию гидрирования алкенов с использованием родиевого катализатора Уилкинсона на примере пропена.
8. Напишите и прокомментируйте реакцию гидрирования активированных алкенов с использованием ионов цианида кобальта на примере акролеина.
9. Напишите и прокомментируйте реакцию гидроформилирования при использовании немодифицированных кобальтовых катализаторов на примере бутена-1.
10. Напишите и прокомментируйте реакцию гидроформилирования при использовании кобальтовых катализаторов, модифицированных третичными фосфинами, на примере пропена.
11. Напишите и прокомментируйте реакцию гидроформилирования при использовании родиевых катализаторов на примере бутена-1.
12. Напишите и прокомментируйте реакцию карбонилирования алкенов при использовании карбонила никеля на примере этилена.

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. Напишите и прокомментируйте реакцию эпексидирования с участием молибденсодержащего катализатора на примере этилена.
2. Напишите и прокомментируйте реакцию окисления алкенов при использовании палладиево-медного катализатора (Вакер-процесс) на примере пропена.
3. Напишите и прокомментируйте реакцию окисления кумола с получением фенола и ацетона.
4. Напишите и прокомментируйте реакцию получения бензойной кислоты на основе бензола.

5. Напишите и прокомментируйте реакцию метатезиса алкенов при использовании карбеновых комплексов переходных металлов на примере пропена-1.
6. Напишите и прокомментируйте реакцию метатезиса алкинов при использовании карбеновых комплексов переходных металлов на примере пропина-1.
7. Напишите и прокомментируйте реакцию димеризации алкенов с использованием комплексов никеля на примере этилена.
8. Напишите и прокомментируйте реакцию линейной димеризации олефинов с использованием комплексов кобальта на примере пропилена.
9. Напишите и прокомментируйте реакцию линейной димеризации олефинов с использованием систем, содержащих нуль-валентный палладий, на примере этилена.
10. Напишите и прокомментируйте реакцию содимеризации этилена и бутадиена.
11. Напишите и прокомментируйте реакцию циклоолигомеризации бутадиена.
12. Напишите и прокомментируйте реакцию гидрирования толуола.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с выданным заданием и с видоизмененным заданием. Демонстрация высокого уровня самообразования и самоорганизации в условиях учебной деятельности, а также умения находить эффективные пути решения в стандартных учебных ситуациях. Правильное выполнение всех контрольных заданий.
отлично	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с контрольным заданием на высоком уровне. Демонстрация высокого уровня самообразования и самоорганизации в условиях учебной деятельности. Правильное выполнение всех заданий контрольной работы с небольшими недочётами.
очень хорошо	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с некоторыми контрольными заданиями. Демонстрация высокого уровня самообразования и самоорганизации в условиях учебной деятельности. Выполнение 80% контрольных заданий с незначительными ошибками.
хорошо	Владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с некоторыми контрольными заданиями. Демонстрация умения находить эффективные пути решения в стандартных учебных ситуациях. Выполнение 75% контрольных заданий. При решении заданий допускаются существенные ошибки.

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	Владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с некоторыми контрольными заданиями. Выполнение 50% контрольных заданий.
неудовлетворительно	Отсутствие владения теоретическим материалом. Неправильное выполнение контрольных заданий. Выполнение менее 50% контрольных заданий.
плохо	Отказ выполнять работу. Работа не сдана или сдан пустой лист.

5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

Этапы выполнения лабораторной работы и написания отчета,

их составные части

Содержание этапа	Критерии оценивания	Формируемые компетенции
1. Сдача допуска	Письменные ответы на вопросы, собеседование	<i>Компетенции перечислены в перечне вопросов для лабораторных работ (см. выше)</i>
1. Экспериментальная и аналитическая часть	Выполнение лабораторной работы	ПК-1-н ПК-1-хн ПК-3-н
1. Представление отчета	Структура отчета	ПК-1-н ПК-1-хн ПК-2-н ПК-3-н

Требования к оформлению отчета.

Отчет должен содержать:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткое теоретическое введение, включая способы получения (топлив, масел, присадок), уравнения химических реакций (способов получения), физико-химические и эксплуатационные характеристики исследуемых объектов и их химические свойства;
- 4) экспериментальную часть, включая основные рисунки используемого оборудования и установок, диаграммы, графи и расчеты по проводимой работе;
- 5) выводы;
- 6) список использованной при выполнении задания литературы

Отчет должен быть оформлен аккуратно и представляется для проверки на следующее после выполнения работы занятие.

Типовые задания при оформлении отчета для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Анализ литературных источников по теме лабораторной работы, выбор технических средства и методов испытаний для решения исследовательских задач.
2. Методика проведения эксперимента.

5.1.8 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

Типовые задания при оформлении отчета для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
2. Статистическая обработка результатов анализа.

5.1.9 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

Типовые задания при оформлении отчета для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.
2. Оформление списка литературы согласно требованиям к отчету; отражение литературных источников по теме работы.

5.1.10 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

Типовые задания при оформлении отчета для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Приборы и реактивы, необходимые для проведения лабораторной работы.

2. Протоколирование результатов опытов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Содержание и оформление отчета полностью соответствует требованиям, указанным ниже
не зачтено	Не выполнен хотя бы один пункт из требований, предъявляемых к оформлению отчета, не приведены необходимые химические уравнения, не проведены расчеты, не представлены требуемые графики, диаграммы и рисунки.

5.1.11 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Какие вещества получаются из пропилена в реакциях гидроформилирования на немодифицированных кобальтовых катализаторах?

- а) пропиловый спирт
- б) акриловая кислота
- в) смесь масляного и изомасляного альдегидов
- г) бутанол

2. Какой катализатор можно использовать для гидрирования бензола

- а) $K_3[Co(CN)_5]$
- б) Pd/C
- в) $RuCl_2(PPh_3)_3$
- г) Pt/SiO₂

3. Какой катализатор можно использовать в процессе окисления этилена кислородом в водной среде?

- а) H_2PtCl_4
- б) $\text{PdCl}_2/\text{Cu}_2\text{Cl}_2$
- в) $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_5]$
- г) $\text{Na}[\text{Co}(\text{CO})_4]$

4. Окисление какого вещества приводит к образованию фенола и ацетона

- а) мезитилен
- б) нафталин
- в) изопропилбензол
- г) бензилметилкетон

5. Кто из ученых получил Нобелевскую премию по химии за разработку метатезиса.

- а) Р. Вудвард
- б) Р. Грабс
- в) Сузуки
- г) Е.О. Фишер

6. Какие продукты образуются при пропускании смеси пропилена с воздухом или кислородом над серебряным катализатором?

- а) пропиловый спирт
- б) уксусная кислота
- в) диэтиловый эфир
- г) оксид пропилена

7. Назовите самую медленную стадию реакции в каталитическом цикле карбонилирования спиртов

- а) внедрение
- б) восстановительное элиминирование
- в) β -элиминирование
- г) окислительное присоединение

8. Какие вещества являются промоторами автоокисления *n*-ксилола до терефталевой кислоты?

- а) иод
- б) BF_3
- в) серная кислота
- г) бромид натрия

9. Комплексы какого металла являются катализаторами бутадиена до циклооктатетраена?

- а) кобальта
- б) никеля
- в) родия
- г) палладия

10. Укажите значения параметра $H/\text{изо}$ в реакции гидроформилирования на модифицированных кобальтовых катализаторах

- а) 1/1
- б) 1/4
- в) 1/8

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет дать все правильные ответы
отлично	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет дать 9 правильных ответов из 10
очень хорошо	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет дать 7-8 правильных ответов из 10
хорошо	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет дать 6 правильных ответов из 10
удовлетворительно	Владение теоретическим материалом, которое позволяет дать 5 правильных ответов из 10
неудовлетворительно	Владения теоретическим материалом на очень низком уровне. Количество правильных ответов менее 5.
плохо	Отказ выполнять работу. Работа не сдана или сдан пустой лист.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации**Шкала оценивания сформированности компетенций**

Уровень сформированности компетенций (индикатор 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	При решении	Продемонс	Продемонс	Продемонс	Продемонс	Продемонстр

	минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	трированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	трированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	трированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	трированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	трированы 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

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, исчерпывающее и логически строгое изложение всех разделов дисциплины, демонстрация творческого подхода к решению нестандартных заданий. Владение материалом позволяет быстро справиться с видоизмененным заданием. Успешное владение любыми типами задач. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокий средний балл за текущую успеваемость.
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Твердое знание всех разделов дисциплины. Владение необходимыми приемами и способами решения всех задач. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокий средний балл за текущую успеваемость.
очень хорошо	Хорошая подготовка. Знание всех разделов дисциплины. Владение необходимыми приемами и способами решения всех расчетных и качественных задач. Студент при ответе допускает небольшие ошибки и неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие оценки за контрольные работы и высокий средний балл за текущую успеваемость.
хорошо	В целом хорошая подготовка всех разделов дисциплины с заметными ошибками или недочетами. Владение необходимыми приемами и способами решения основных расчетных и качественных задач. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие оценки за контрольные работы и хороший средний балл за текущую успеваемость.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Знание основного содержания разделов дисциплины, но допускаются грубые неточности, неправильные формулировки, наблюдаются нарушения в последовательности изложения материала. При ответах на дополнительные вопросы, студент смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент обладает необходимыми приемами и способами решения основных расчетных и качественных задач, но допускает грубые ошибки. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет низкие оценки за контрольные работы и низкий средний балл за текущую успеваемость.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Не знает значительной части основного содержания разделов дисциплины. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Не может решать

Оценка	Критерии оценивания
	основные качественные и расчетные задачи. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие оценки за контрольные работы и низкий средний балл за текущую успеваемость.
плохо	Студент отказался отвечать на экзаменационный билет. Не может решать простые расчетные задачи. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие оценки за контрольные работы и низкий средний балл за текущую успеваемость.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции 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)

1. Ключевые стадии в катализе. Процессы внедрения, β -элиминирования, σ - π -перегруппировки, окислительного присоединения и восстановительного элиминирования.
2. Понятие о каталитическом цикле. Правило «16 и 18 электронов». Основные стадии каталитического цикла.
3. Гидроформилирование на немодифицированных кобальтовых катализаторах. Реакция на модифицированных кобальтовых системах. Родиевые катализаторы.
4. Карбонилирование алкенов. Получение кислот, сложных эфиров, аминов.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-хн (Способен использовать современные методы нефтехимического синтеза и металлокомплексного катализа для получения продуктов нефтегазовой и химической промышленности и крупнотоннажного производства полимеров)

1. Основные понятия катализа. Кинетические и термодинамические аспекты гомогенного катализа.
2. Комплексы переходных металлов. Типы связей металлов с олефинами, окисью углерода, фосфинами. Активация лигандов при координации.
3. Роль лигандов в катализе. Транс- эффект, электронный параметр, стерический фактор.
4. Реакции гидрирования алкенов. Механизм реакции гидрирования. Реакция гидросилилирования.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н (Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках)

1. Каталитическое окисление алкенов (Ваккер-процесс).
2. Реакция метатезиса. Механизм реакции, практическое применение.
3. Реакции ароматических соединений. Гидрирование. Автоокисление ароматических углеводородов в производные карбоновых кислот в присутствии органических солей кобальта (II).

4. Реакция окисления изопропилбензола как метод промышленного синтеза фенола и ацетона. Механизм окисления. Технологическая реализация.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции 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)

1. Димеризация, олигомеризация и полимеризация алкенов на катализаторах Циглера-Натта. Полиэтилен и полипропилен.
2. Реакции сопряженных диенов. Олигомеризация диенов. Линейная димеризация. Содимеризация этилена с бутадиеном.
3. Циклоолигомеризация сопряженных диенов. Циклодимеризация бутадиена: основные продукты и предполагаемый механизм. Циклотримеризация.
4. Полимеризация сопряженных диенов, структуры каучуков. Влияние электронных и стерических факторов на процесс полимеризации. Эквивалентные полидиены.

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

Основная литература:

1. Романовский Борис Васильевич. Основы катализа : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению ВПО 020100 - бакалавр химии и специальности ВПО 020201 - "Фундам. и приклад. химия". - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2015. - 172 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-0520-9 : 288.00., 4 экз.
2. Ильичев И. С. Основы физико-химического анализа продуктов нефтепереработки и нефтехимического синтеза : электронный учебно-методический комплекс / Ильичев И. С., Лазарев М. А., Щепалов А. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. - 163 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730427&idb=0>.
3. Аветисов А. К. Прикладной катализ : учебник / Аветисов А. К., Брук Л. Г. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 200 с. - Рекомендовано ФУМО в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки «Химия» в качестве учебника для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня бакалавриат и магистратура по направлениям подготовки «Химия» и специальности «Фундаментальная и прикладная химия» Допущено ФУМО в сфере высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки «Химические технологии» в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Химическая технология». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-3854-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=707734&idb=0>.
4. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия : учебник / Эльшенбройх К. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 749 с. - ISBN 978-5-93208-543-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=838076&idb=0>.
5. Щербина Ада Эммануиловна. Органическая химия. Основной курс. : Учебник. - Москва : ООО

"Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. - 808 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-985-475-551-9. - ISBN 978-5-16-006956-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=608929&idb=0>.

6. Щепалов А. А. Тяжелые нефти, газовые гидраты и другие перспективные источники углеводородного сырья : учебно-методическое пособие / Щепалов А. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. - 93 с. - Рекомендовано методической комиссией химического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 020100 «Химия» и специальностям 020101 «Химия», 020801 «Экология». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730433&idb=0>.

7. Чоркендорф Иб. Современный катализ и химическая кинетика / пер. с англ. В. И. Ролдугина. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 504 с. - ISBN 978-5-91559-044-0 : 1308.00., 4 экз.

8. Трифонов А. А. Координационные соединения переходных металлов в гомогенном катализе : электронное учебное пособие / Трифонов А. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. - 74 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730342&idb=0>.

9. Рябов Владимир Дмитриевич. Химия нефти и газа : учебник / Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И. М. Губкина. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Техника : ТУМА ГРУПП, 2004. - 288 с. - ISBN 5-93969-023-8 : 516.50., 29 экз.

10. Рябов Владимир Дмитриевич. Химия нефти и газа : Учебное пособие. - 2-е изд. - Москва : Издательский Дом "ФОРУМ", 2014. - 336 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-8199-0567-8. - ISBN 978-5-16-100485-2. - ISBN 978-5-16-009103-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=601827&idb=0>.

11. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учебник для студентов вузов / под ред. Ю. А. Ершова. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2002. - 560 с. : ил. - ISBN 5-06-003626-X : 120.00., 12 экз.

Дополнительная литература:

1. Потехин В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки / Потехин В. М., Потехин В. В. - 3-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 896 с. - Рекомендовано Санкт Петербургским государственным технологическим институтом (технический университет) в качестве учебника для бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям: «Химическая технология» (бакалавры), «Химическая технология» (магистры). - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-1662-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800050&idb=0>.

2. Потехин Вячеслав Матвеевич. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учеб. для бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям: "Хим. технология" (бакалавры), "Хим. технология" (магистры). - Изд. 3-е, испр. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 896 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1662-2 : 2500.08., 2 экз.

3. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. для студентов вузов / под ред. Ю. А. Ершова. - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2003. - 560 с. : ил. - ISBN 5-06-003626-X : 110.55., 1 экз.

4. Зимон Анатолий Давыдович. Физическая химия : учебник для вузов. - М. : Химия, 2000. - 318 с.

- 70.00., 1 экз.

5. Денисов Евгений Тимофеевич. Химическая кинетика : учебник для вузов. - М. : Химия, 2000. - 568 с. : ил. - 182.00., 2 экз.

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

Интернет-ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»
<http://www.studentlibrary.ru>, мобильная версия – <http://m.studentlibrary.ru>
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com – www.znaniy.com
3. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ –
<http://www.unn.ru/books/resources.html>
4. Электронная библиотека материалов по химии химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова – <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html>
5. Обзорные и оригинальные статьи в журналах «Успехи химии», «Нефтехимия», «Прикладная химия», «Химическая технология», «Applied catalysis», «Journal of catalysis» и др.
[Электронные ресурсы - <http://www.sciencedirect.com>, <http://elibrary.ru>, <http://pubs.acs.org/>, <http://www.springer.com/gp/>, <https://webofknowledge.com/>].

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекции и практические занятия проводятся в специализированных аудиториях факультета и кафедры (417, 415, 127, 127а - 5 корпус), оснащенных мультимедийным оборудованием с доступом в интернет, а также необходимым лабораторным оборудованием. Для самостоятельной подготовки используются компьютеры, расположенные в лабораториях и аудиториях кафедры.

Материально-техническое обеспечение лекционных занятий:

- видеопроектор;
- ноутбук;
- переносной и стационарный экран;
- доска;
- комплект электронных презентаций/слайдов;
- раздаточные материалы для лекций.

Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума:

– лаборатории, оснащенные химической посудой, установками для синтеза элементоорганических, органических соединений и высокомолекулярных соединений, ртутными термометрами и реактивами общего и специального назначения, необходимыми для проведения исследования нефти и нефтепродуктов;

– оборудование:

- вытяжные шкафы;
- штативы с лапками и кольцами;
- механические верхнеприводные мешалки;
- сушильный шкаф;
- холодильники;

- вакуумные насосы;
- водоструйные насосы;
- ротационные испарители;
- дистиллятор;
- технические и аналитические весы;
- приборы для определения температур плавления и кипения;
- плитки и колбонагреватели;
- муфельная печь;
- термостаты;
- полупрепаративный жидкостной хроматограф Knauer Smartline 5000 (производитель Knauer, Германия, оснащенный программой для обработки данных);
- газовый хроматограф ЛХМ 80;
- ИК-Фурье-спектрометр (производство ОАО «Люмекс-Сибирь», Россия), оснащенный набором для анализа образцов в KBr, жидкостными кюветами, приставкой внутреннего полного отражения и программой для обработки данных;
- УФ-спектрометр Specord UV (производство Specord, Германия);
- калориметр Setaram DSC-131, оснащенный программой для обработки данных;
- гель-проникающий жидкостный хроматограф Knauer WellChrom (производитель Knauer, Германия), включающий жидкостный насос, термостат колонок, УФ-детектор и рефрактометрический детектор, аналитические колонки на полимеры с ММ=100-108 Да, оснащенный программой для обработки данных;
- ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22;
- специализированные термостаты для измерения вязкости нефтепродуктов по ГОСТ 33-2000, вискозиметры ВПЖ-1, ВПЖ-2, ВПЖ-4;
- аппарат для определения термоокислительной стабильности масел АПСМ (производитель «Нефтехимавтоматика», Россия);
- прибор вакуумного фильтрования ПВФ-35/НБ1 (производитель ЗАО «БМТ», Россия) для определения содержания механических примесей по ГОСТ 10577-78;
- прибор для определения температуры вспышки в закрытом тигле ТВЗ-ПХП (Россия) по ГОСТ 6356-75;
- рефрактометры ИРФ - 454Б2М;
- магнитные мешалки BioSan MMS-3000 и другое оборудование.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Артемов Александр Николаевич, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Гришин Дмитрий Федорович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.05.2023 г., протокол № 7.