

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Современные технологии основного органического
и нефтехимического синтеза»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных
материалов»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Ю.П. Сучковым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза «16» мая 2025 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Современные технологии основного органического и нефтехимического синтеза»** относится к Модулю *F. Технология основного органического и нефтехимического синтеза* элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана (Б1.В.ДЭ.01.02.03). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии органических веществ, в частности, в области органической химии, процессов и аппаратов химической технологии, механизмов органических реакций, теории химических процессов и промышленной органической химии.

Цель дисциплины – формирование у выпускника целостного восприятия комплекса технологических знаний в области производства продуктов основного органического и нефтехимического синтеза и компетенций, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность на промышленных предприятиях, в научно-исследовательских и проектных организациях.

Основной задачей дисциплины является:

- ознакомление студентов с современными технологиями производства нефтехимической продукции;
- изучение основных технологий производства нефтехимической продукции;
- развитие у студентов способности к анализу и оценке альтернативных способов и технологий производств и приобретение навыков в выборе из известных вариантов оптимального варианта технологии по технико-экономическим и экологическим критериям;
- закрепление у студентов навыков самостоятельного построения полных технологических схем производства по правилам ЕСКД, включающих основные элементы автоматизации, на основе химизма процесса и условий его осуществления, физико-химических свойств исходных веществ и получаемых продуктов.

Дисциплина **«Современные технологии основного органического и нефтехимического синтеза»** преподается во 2м семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	
			ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	
			ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ	Химическое, химико-	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей,	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к

поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	инновационных технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.). Обобщенные трудовые функции: В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.
			ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергоносителей, производства и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	
			ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	
Управление процессами планирования и организации фундаментальных и	Химическое, химико-технологическое производство.	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование,	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда,

<p>прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, оптимизации технологических параметров производства, выполнения комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).</p>	<p>осуществлять комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.</p>	<p>параметрам и показателям технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.</p>	<p>обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 40.011</p> <p>Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.).</p> <p>Обобщенные трудовые функции:</p> <p>В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем.</p> <p>В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.</p> <p>С/02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
			<p>ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.</p>	
			<p>ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.</p>	

				Профессиональный стандарт 40.033 Специалист по стратегическому и тактическому планированию и организации производства (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2014 г. № 609н.) Обобщенные трудовые функции В. Стратегическое управление процессами планирования и организации производства на уровне промышленной организации
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции;
- технологии основных органических продуктов.

Уметь:

- выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ.

Владеть:

- навыками работы с научно-технической и справочной литературой;
- навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза;
- методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	0,991	35,6	26,7
Лекции	0,25	9	6,75
в том числе в форме практической подготовки	0,055	2	1,5
Практические занятия (ПЗ)	1,17	42	31,5
в том числе в форме практической подготовки	0,936	33,6	25,2
Лабораторные работы (ЛР)	—	—	—
Самостоятельная работа	2,58	93	69,75
Контактная самостоятельная работа	2,58	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		93	69,75
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Процессы производства оксида этилена	16	3,2	1	0,2	4	3	—	—	11
2	Раздел 2. Процессы производства ацетальдегида.	16	4,2	1	0,2	5	4	—	—	10
3	Раздел 3. Процессы производства метанола.	16	4,2	1	0,2	4	4	—	—	11
4	Раздел 4. Процессы производства этил- и изопропилбензола	16	4,2	1	0,2	5	4	—	—	10
5	Раздел 5. Процессы производства стирола и α-метилстирола	16	3,9	1	0,3	4	3,6	—	—	11
6	Раздел 6. Процессы производства уксусной кислоты	16	4,3	1	0,3	5	4	—	—	10
7	Раздел 7. Процессы производства этанола и изопропанола	16	4,2	1	0,2	5	4	—	—	10
8	Раздел 8. Процессы производства формальдегида	16	3,2	1	0,2	5	3	—	—	10
9	Раздел 9. Процессы производства винилацетата	16	4,2	1	0,2	5	4	—	—	10
	ИТОГО	144	35,6	9	2	42	33,6	—	—	93
	Экзамен	36								
	ИТОГО	180								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Процессы производства оксида этилена.

Обзор и анализ существующих технологий производства оксида этилена.

Условия и катализаторы окисления этилена. Технологии производства оксида этилена при использовании воздуха и технического кислорода.

Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

Раздел 2. Процессы производства ацетальдегида.

Обзор и анализ существующих способов производства ацетальдегида из этилена и ацетиленов. Условия и катализаторы.

Технологии производства из ацетиленов и этилена. Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

Раздел 3. Процессы производства метанола.

Обзор и анализ существующих способов получения метанола.

Условия и катализаторы. Технологии производства метанола при низком и повышенном давлении.

Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

Раздел 4. Процессы производства этил- и изопропилбензола.

Обзор и анализ существующих технологий производства этил- и изопропилбензола.

Технологии алкилирования бензола олефинами в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Условия и перспективные катализаторы. Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

Раздел 5. Процессы производства стирола и α -метилстирола.

Обзор и анализ существующих технологий производства стирола и α -метилстирола.

Технологии дегидрирования этил- и изопропилбензола в стирол и α -метилстирол.

Халкон (Halcon)-процесс для совместного производства стирола (α -метилстирола) и оксида пропиленов. Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

Раздел 6. Процессы производства уксусной кислоты.

Обзор и анализ существующих промышленных способов получения уксусной кислоты.

Условия и катализаторы окисления легких парафиновых углеводородов и ацетальдегида и карбонилирования метанола.

Технологии производства уксусной кислоты и тенденции их совершенствования.

Раздел 7. Процессы производства этанола и изопропанола.

Обзор и анализ существующих способов получения этанола и изопропанола.

Условия и катализаторы. Технологии гидратации этилена и пропиленов пропиленов. Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

Раздел 8. Процессы производства формальдегида.

Обзор и анализ существующих способов получения формальдегида.

Условия и катализаторы дегидрирования и окислительного дегидрирования метанола. Современные технологии синтеза формальдегида и пути их совершенствования.

Раздел 9. Процессы производства винилацетата.

Обзор и анализ существующих способов получения винилацетата.

Технология производства винилацетата из ацетиленов. Условия и катализаторы. Технология производства винилацетата из этилена. Условия и катализаторы.

Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9
	Знать:									
1	– физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции;	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	– технологии основных органических продуктов.									
	Уметь:									
3	– выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Владеть:									
4	– навыками работы с научно-технической и справочной литературой;	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	– навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза;	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	– методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>										
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК								
7	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования,	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	+	+	+	+	+	+	+	+

8	выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11		ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергоносителей, производства и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12		ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

13	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Процессы производства оксида этилена	4
2	2	Процессы производства ацетальдегида.	5
3	3	Процессы производства метанола.	4
4	4	Процессы производства этил- и изопропилбензола	5
5	5	Процессы производства стирола и α -метилстирола	4
6	6	Процессы производства уксусной кислоты	5
7	7	Процессы производства этанола и изопропанола	5
8	8	Процессы производства формальдегида	5
9	9	Процессы производства винилацетата	5

6.2. Лабораторные занятия

Проведение лабораторных занятий по дисциплине «*Современные технологии основного органического и нефтехимического синтеза*» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, включая работу с электронными базами данных;
- подготовку реферата по тематике курса и доклада;
- подготовку к сдаче экзамена по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Итоговая оценка за освоение дисциплины (экзамен, максимальная – 100 баллов) выставляется студенту по итогам 3-х контрольных работ, проводимых по окончании изучения 3-х разделов (каждая контрольная работа – 10 баллов максимально), подготовки и защиты реферата в виде доклада (максимальная оценка – 30 баллов) и сдачи итогового экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Максимальная оценка за реферат и предоставление его в виде доклада – 30 баллов.

1. Современные технологии производства оксида этилена.
2. Современные технологии производства ацетальдегида.

3. Современные технологии производства метанола.
4. Современные технологии производства этил- и изопропилбензола.
5. Современные технологии производства стирола и α -метилстирола.
6. Современные технологии производства уксусной кислоты.
7. Современные технологии производства этанола и изопропанола.
8. Современные технологии производства формальдегида.
9. Современные технологии производства винилацетатата.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Раздел 1-3.

Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Контрольная работа состоит из 4 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопросы 1–3 из нижеприведенного перечня) – 2 балла. Максимальная оценка за второй вопрос (вопросы 4–6 из нижеприведенного перечня) – 2 балла. Максимальная оценка за третий вопрос (вопросы 7–9 из нижеприведенного перечня) – 3 балла. Максимальная оценка за четвертый вопрос (вопросы 10–12 из нижеприведенного перечня) – 3 балла.

1. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства оксида этилена.
2. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства ацетальдегида.
3. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства метанола.
4. Условия и катализаторы окисления этилена в оксид этилена.
5. Условия и катализаторы гидратации ацетилен и окисления этилена в ацетальдегид.
6. Условия и катализаторы гидрирования СО в метанол.
7. Технологии производства оксида этилена при использовании воздуха.
8. Технологии производства оксида этилена при использовании технического кислорода.
9. Технологии гидратации ацетилен.
10. Технологии окисления этилена в ацетальдегид.
11. Технология синтеза метанола при низком давлении.
12. Технология синтеза метанола при высоком давлении.

Раздел 4-6.

Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Контрольная работа состоит из 4 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопросы 1–3 из нижеприведенного перечня) – 2 балла. Максимальная оценка за второй вопрос (вопросы 4–6 из нижеприведенного перечня) – 2 балла. Максимальная оценка за третий вопрос (вопросы 7–9 из нижеприведенного перечня) – 3 балла. Максимальная оценка за четвертый вопрос (вопросы 10–12 из нижеприведенного перечня) – 3 балла.

1. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства этил- и изо-пропилбензола.
2. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства стирола и α -метилстирола.
3. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства уксусной кислоты.
4. Условия и катализаторы алкилирования бензола олефинами.
5. Условия и катализаторы дегидрирования этилбензола и кумола.
6. Условия и катализаторы окисления легких парафинов, ацетальдегида и карбонилирования метанола.
7. Технология алкилирования бензола этиленом и пропиленом в присутствии кислот Льюиса.
8. Технология алкилирования бензола этиленом и пропиленом в присутствии цеолитов.
9. Технология дегидрирования этилбензола в стирол.
10. Технология окисления легких парафинов.

11. Технология окисления ацетальдегида.
12. Технология карбонилирования метанола.

Раздел 7-9.

Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Контрольная работа состоит из 4 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопросы 1–3 из нижеприведенного перечня) – 2 балла. Максимальная оценка за второй вопрос (вопросы 4–6 из нижеприведенного перечня) – 2 балла. Максимальная оценка за третий вопрос (вопросы 7–9 из нижеприведенного перечня) – 3 балла. Максимальная оценка за четвертый вопрос (вопросы 10–12 из нижеприведенного перечня) – 3 балла.

1. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства этанола и изопропанола.
2. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства формальдегида.
3. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства винилацетата.
4. Условия и катализаторы окисления и окислительного дегидрирования метанола.
5. Условия и катализаторы гидратации этилена и пропилена.
6. Условия и катализаторы винилирования и окислительного сочетания этилена с уксусной кислотой.
7. Технология гидратации этилена в этанол.
8. Технология гидратации пропилена в изопропанол.
9. Технология дегидрирования метанола в формальдегид
10. Технология окислительного дегидрирования метанола в формальдегид.
11. Технология винилирования уксусной кислоты.
12. Технология окислительного сочетания этилена с уксусной кислотой.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен)

Максимальная оценка – 40 баллов.

1. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства оксида этилена.
2. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства ацетальдегида.
3. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства метанола.
4. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства этил- и изо-пропилбензола.
5. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства стирола и α -метилстирола.
6. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства уксусной кислоты.
7. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства этанола и изопропанола
8. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства формальдегида.
9. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства винилацетата.
10. Условия и катализаторы окисления этилена в оксид этилена.
11. Условия и катализаторы гидратации ацетилен в ацетальдегид.
12. Условия и катализаторы окисления этилена в ацетальдегид.
13. Условия и катализаторы синтеза метанола при высоком и низком давлении.
14. Условия и катализаторы алкилирования бензола олефинами.
15. Условия и катализаторы дегидрирования этилбензола и кумола.

16. Условия и катализаторы окисления легких парафинов, ацетальдегида и карбонилирования метанола.
17. Условия и катализаторы гидратации этилена и пропилена.
18. Условия и катализаторы окисления и окислительного дегидрирования метанола.
19. Условия и катализаторы винилирования уксусной кислоты.
20. Условия и катализаторы окислительного сочетания этилена с уксусной кислотой.
21. Технологии производства оксида этилена при использовании воздуха.
22. Технологии производства оксида этилена при использовании технического кислорода.
23. Технология гидратации ацетиленов на ртутном катализаторе.
24. Технология окисления этилена в ацетальдегид.
25. Технологии синтеза метанола при высоком давлении.
26. Технологии синтеза метанола при низком давлении.
27. Технология алкилирования бензола этиленом в присутствии цеолитов.
28. Технология алкилирования бензола пропиленом в присутствии цеолитов.
29. Технология дегидрирования этилбензола в стирол.
30. Технология совместного производства стирола (α -метилстирола) и оксида пропилена.
31. Технология окисления легких парафинов.
32. Технология окисления ацетальдегида.
33. Технология карбонилирования метанола.
34. Технология гидратации этилена.
35. Технология гидратации пропилена.
36. Технология дегидрирования метанола в формальдегид.
37. Технология окислительного дегидрирования метанола в формальдегид.
38. Технология винилирования уксусной кислоты
39. Технология окислительного сочетания этилена с уксусной кислотой.
40. Пути совершенствования существующих технологий производства оксида этилена.
41. Пути совершенствования существующих технологий производства ацетальдегида.
42. Пути совершенствования существующих технологий производства метанола.
43. Пути совершенствования существующих технологий производства этил- и изо-пропилбензола.
44. Пути совершенствования существующих технологий производства стирола.
45. Пути совершенствования существующих технологий производства уксусной кислоты.
46. Пути совершенствования существующих технологий производства этанола и изопропанола.
47. Пути совершенствования существующих технологий производства формальдегида.
48. Пути совершенствования существующих технологий производства винилацетата.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример экзаменационных билетов

Экзамен по дисциплине *«Современные технологии основного органического и нефтехимического синтеза»* включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Экзаменационный билет состоит из 4 вопросов, относящихся к разным разделам курса. Вопросы билета предусматривают развернутые ответы студента по достаточно объемной тематике. Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются исходя из максимальной суммы в 40 баллов, в соотношении максимальных оценок за вопросы: 10 (вопросы 1–9 списка) / 10 (10–20) / 15 (21–39) / 5 (40–48) баллов.

Пример экзаменационного билета:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОО и НХС _____ Р. А. Козловский «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза
	18.04.01 Химическая технология
	Программа «Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»
	Современные технологии основного органического и нефтехимического синтеза
<p align="center"><u>Билет № 1</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Краткая характеристика и сопоставительный анализ существующих технологий производства оксида этилена. (10 баллов) 2. Условия и катализаторы гидратации этилена и пропилена. (10 баллов) 3. Технология дегидрирования этилбензола в стирол. (15 баллов) 4. Пути совершенствования существующих технологий производства винилацетата. (5 баллов) 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. В.С.Тимофеев, Л.А.Серафимов. Принципы технологии основного органического синтеза. М.: Высшая школа, 2003 – 536 с.
2. Н.А.Платэ, Е.В.Сливинский. Основы химии и технологии мономеров: Учеб. Пособие. М.: Наука: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002 – 696 с.
3. Эффективная практика глубокой переработки газового сырья в химическую продукцию на предприятиях ОАО «СИБУР ХОЛДИНГ» и используемые технологические процессы., под ред. Е.А. Майера – Томск: Издательский дом ТГУ, 2014. – 476 с.

Б. Дополнительная литература

1. Н.Н.Лебедев. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988 – 592 с.
2. Ю.А.Сангалов, К.С.Минскер. Полимеры и сополимеры изобутилена. Фундаментальные проблемы и прикладные аспекты. Уфа: Гилем, 2001 – 384 с.
3. Справочник нефтехимика т.2 Под ред. С.К.Огородникова Л.: Химия, 1978 – 592 с.
4. С. К.Огородников, Г. С. Идлис. Производство изопрена. Л.: «Химия», 1973 – 206 с.
5. А.И.Богомоллов, А.А.Гайле, В.В.Громова и др. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов.; Под ред. В.А.Проскурякова, А.Е.Драбкина. 3-е изд., доп. и испр. СПб: Химия, 1995 – 448 с.
6. П.А.Кирпичников, В.В.Береснев, Л.М.Попова. Альбом технологических схем основных производств промышленности синтетического каучука: Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. Л.: Химия, 1986 – 224 с.
7. Т.В.Башкатов, Я.П.Жигалин. Технология синтетических каучуков: Учебник для техникумов. 2-е изд., перераб. Л.: Химия, 1987 – 360 с.
8. Справочник нефтепереработчика: Справочник /Под ред. Г.А.Ластовкина, Е.Д.Радченко и М.Г.Рудина. Л.: Химия, 1986 – 648 с.
9. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology (5th ed.), 2007.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Н «Технология органических веществ»

ISSN 0203-6126;

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия П «Химия и переработка горючих полезных ископаемых и природных газов» ISSN 0203-6169;
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Ж «Органическая химия» ISSN 0203-6088;
- «Нефтехимия», ISSN 0028-2421
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- «Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология» ISSN 0579-2991
- «Химическая технология» ISSN 1684-5811
- «Organic Process Research & Development», ISSN 1083-6160
- «Chemical Engineering Transactions» ISSN 2283-9216

Ресурсы Elsevier: <https://www.elsevier.com>

Ресурсы Springer: www.springerlink.com

Ресурсы American Chemical Society: www.acs.org

Ресурсы Royal Society of Chemistry: www.rsc.org

Электронная система НТИ «Нормы, правила, стандарты России»: <http://www.cntd.ru>

Ресурсы US patent and trademark office: <http://patft.uspto.gov>

Ресурсы European patent office: <https://worldwide.espacenet.com>

Ресурсы ФИПС: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 48).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Современные технологии основного органического и нефтехимического синтеза*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Презентации и комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов промышленных катализаторов и продукции нефтепереработки и нефтехимии; наборы продукции промышленных предприятий; плакаты типовых постеров НИР.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные программными средствами и периферийными устройствами для ввода (клавиатуры, мыши и др.), вывода (мониторы, принтеры, проекторы и др.), хранения и передачи данных (разъемы USB, гнезда для SD-карт и др.), сетевыми (маршрутизаторы, сетевые адаптеры и др.) и специализированными устройствами для выполнения конкретных задач (сканеры, веб-камеры и др.).

Локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Полный перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
2.	CAS SciFinder Discovery Platform	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на ресурс: https://scifinder-n.cas.org/	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики,

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.
3.	Wiley Journals Database	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely</p>	<p>John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно)</p>
4.	Questel. База данных Orbit Premium edition	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.</p>	<p>Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные</p>

			тексты документов приводятся на языке оригинала.
5.	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022.г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.
6.	World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883 С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 Ссылка на сайт – https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 – 2025 гг.
7.	Электронные ресурсы Springer Nature_	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам: Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan.

			Глубина доступа: 2007 - 2024 гг. Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/ Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
8.	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.com
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
9.	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
10.	База данных 2021, 2023 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.
11.	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания. Глубина доступа: 1929-1998 гг.
12.	Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 – бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	AIPP E-Book Collection I + Collection II – база данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных книг (монографий) издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др. Глубина доступа: 2020-2022 гг.
13.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания,

		<p>Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication</p> <p>С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук.</p> <p>Глубина доступа: 2000-2021 гг. (до 01.06.2025 г.) ; 2022 - 2025 гг.</p>
14.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др.</p> <p>Глубина доступа: 2004-2022 гг.</p>
15.	EBSCO eBook	<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт – https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> <p>Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.</p>	<p>EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языкознание и др.</p> <p>Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.</p>
16.	Научные журналы РАН	<p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. № 1080</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/</p> <p>Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации</p>	<p>Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности.</p> <p>Глубина доступа: 2023-2025</p>

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность – физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый

доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов, опубликованных с 1994 г. по настоящее время.
 - Полные тексты российских патентных документов из трех последних официальных бюллетеней.
12. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий.
Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>
13. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.
В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.
Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>
14. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин.
Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.
Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>
15. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.
Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.

Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>

Ссылка на раздел Open access:

<https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>

16. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.

Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>

17. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.

Ссылка на ресурс:

<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>

Ссылка на раздел Open access:

<https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
2.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
3.	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
4.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	Бессрочная
6.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт	24 лицензии для	бессрочная

		№ 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	активации на рабочих станциях	
9.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
10.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	—	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
11.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Процессы производства оксида этилена	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции; – технологии основных органических продуктов. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с научно-технической и справочной литературой; – навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза; – методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>

	выбора путей её достижения.	
Раздел 2. Процессы производства ацетальдегида.	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции; – технологии основных органических продуктов. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с научно-технической и справочной литературой; – навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза; – методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>
Раздел 3. Процессы производства метанола.	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции; – технологии основных органических продуктов. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с научно-технической и справочной литературой; – навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза; – методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>

<p>Раздел 4. Процессы производства этил- и изопропилбензола</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции; – технологии основных органических продуктов. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с научно-технической и справочной литературой; – навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза; – методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>
<p>Раздел 5. Процессы производства стирола и α-метилстирола</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции; – технологии основных органических продуктов. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с научно-технической и справочной литературой; – навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза; – методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>

<p>Раздел 6. Процессы производства уксусной кислоты</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции; – технологии основных органических продуктов. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с научно-технической и справочной литературой; – навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза; – методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>
<p>Раздел 7. Процессы производства этанола и изопропанола</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции; – технологии основных органических продуктов. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с научно-технической и справочной литературой; – навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза; – методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения. 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>

<p>Раздел 8. Процессы производства формальдегида</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции; – технологии основных органических продуктов. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с научно-технической и справочной литературой; – навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза; – методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения. 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>
<p>Раздел 9. Процессы производства винилацетата</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции; – технологии основных органических продуктов. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с научно-технической и справочной литературой; – навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза; – методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения. 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«Современные технологии основного органического и нефтехимического синтеза»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
 «Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Физико-химические методы анализа в технологических
исследованиях»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных
материалов»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена:

– д.х.н., профессором кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза В. Н. Сапуновым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза «16» мая 2025 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Физико-химические методы анализа в технологических исследованиях»** относится к Модулю *F. Технология основного органического и нефтехимического синтеза* элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана (Б1.В.ДЭ.01.02.04). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической, органической и неорганической химии, в частности в области аналитической химии и инструментальных методов анализа.

Цель дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области методов физико-химического анализа, применяемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, позволяющих выпускнику осуществлять научно-исследовательскую профессиональную деятельность.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами современного комплекса физико-химических методов анализа, применяемых для решения практических задач технологии основного органического и нефтехимического синтеза;
- приобретение знаний и умений в выборе и применении наиболее информативных методов анализа, а также обработке и интерпретации экспериментальных данных.

Дисциплина **«Физико-химические методы анализа в технологических исследованиях»** преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их.	ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности. ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового,	Химическое, химико-	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования	

теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ресурсов в своей профессиональной деятельности	
			ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	
			ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических	ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках

разработке технологической документации.	опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	химических продуктов и углеродных материалов.		направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.). Обобщенные трудовые функции: В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.
--	--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

знать:

- физико-химические основы различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;
- аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа;
- особенности методик анализа и приготовления образцов;
- инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза.

Уметь:

- самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;
- определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру;
- проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа.

Владеть:

- понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;
- научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72	54
Контактная работа аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,5</i>	<i>18</i>	<i>13,5</i>
Лекции	—	—	—
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,5</i>	<i>18</i>	<i>13,5</i>
Лабораторные работы (ЛР)	—	—	—
Самостоятельная работа	1,06	38	28,5
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,6	28,2
Вид контроля:			
Зачет с оценкой	+	+	+
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Введение. Физико-химические методы анализа.	3,6	–	2	–	1,6
2.	Раздел 2. Методы разделения смесевых образцов. Хроматография.	12	4	6	4	6
3.	Раздел 3. Спектральные оптические методы анализа: УФ-, видимая, ИК-спектроскопия.	12	6	6	6	6
4.	Раздел 4. Магнитные резонансные спектроскопические методы.	12	6	6	6	6
5.	Раздел 5. Масс-спектрометрия.	12	6	6	6	6
6.	Раздел 6. Методы атомной спектроскопии.	10	4	4	4	6
7.	Раздел 7. Рентгено-спектральные методы.	10	4	4	4	6
	ИТОГО	71,6	30	34	30	37,6
	Зачёт с оценкой	0,4				
	ИТОГО	УП				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Физико-химические методы анализа.

Цель и задачи курса. Связь курса с общими и специальными дисциплинами. Классификация методов. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы составления схемы анализа.

Раздел 2. Методы разделения смесевых образцов. Хроматография.

Методы разделения смесевых образцов: химические, физико-химические, хроматографические. Классификация хроматографических методов анализа, их специфика. Основные понятия хроматографии. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы. Газовая, в том числе капиллярная, хроматография, жидкостная ионообменная, эксклюзионная хроматография, ВЭЖХ. Использование хроматографии в кинетических исследованиях, в рутинном анализе.

Раздел 3. Спектральные оптические методы анализа: УФ-, видимая, ИК-спектроскопия.

Молекулярные спектры поглощения. Основные законы светопоглощения. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Качественный и количественный анализ. Электронные, колебательные и вращательные спектры. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии. Аппаратурное оформление методов и области применения. Фурье-преобразование в ИК-спектроскопии. Интерпретация спектров продуктов основного органического синтеза.

Раздел 4. Магнитные резонансные спектроскопические методы.

ЯМР-спектроскопия (ПМР и ^{13}C ЯМР), ЭПР-спектроскопия. Физико-химические основы методов. Аппаратурное оформление. Особенности методик анализа и приготовления образцов. Инфраструктура спектров и их количественная обработка. Применение для идентификации соединений.

Раздел 5. Масс-спектрометрия.

Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Аппаратурное оформление. Особенности методик анализа и приготовления образцов. Хромато-масс-спектрометрия. Примеры использования метода в анализе продуктов основного органического синтеза.

Раздел 6. Методы атомной спектроскопии.

Атомные спектры эмиссии и поглощения. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Электротермическая атомизация. Индуктивно связанная плазма. Регистрация спектра. Идентификация и определение элементов по спектрам. Физические и химические помехи. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Способы подготовки пробы. Примеры использования методов.

Раздел 7. Рентгено-спектральные методы.

Физико-химические основы метода. Используемая аппаратура, особенности метода (приготовление проб, источник излучения, монохроматизация излучения). Функция радиального атомного распределения. Использование ее в рентгеноспектральном анализе плохо структурированных веществ. Примеры использования рентгеновских методов для анализа каталитических систем.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	Знать:							
1	– физико-химические основы различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;	+	+	+	+	+	+	+
2	– аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа;	+	+	+	+	+	+	+
3	– особенности методик анализа и приготовления образцов;	+		+	+	+	+	
4	– инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза			+	+	+	+	+
	Уметь:							
5	– самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;	+		+	+	+	+	+
6	– определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру;	+		+	+	+	+	+
7	– проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа.	+		+	+	+	+	
	Владеть:							
8	– понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;	+	+	+	+	+	+	+
9	– научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления.	+	+	+	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>									
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК							
10	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области	ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности.	+	+	+	+	+	+	+
11	реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их.	ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+	+	+	+	+	+	+
12	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности	+	+	+	+	+	+	+
13		ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	+	+	+	+	+	+	+
14		ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	+	+	+	+	+	+	+

15	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+	+	+
----	--	--	---	---	---	---	---	---	---

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Инструментальные физико-химические методы разделения и анализа.	2
2	2	Практическое занятие 2. Методы разделения смесевых образцов: химические, физико-химические, хроматографические. Основные понятия хроматографии.	2
3	2	Практическое занятие 3. Газовая хроматография.	2
4	2	Практическое занятие 4. Жидкостная хроматография.	2
5	3	Практическое занятие 5. Спектроскопия в УФ- и видимой области.	2
6	3	Практическое занятие 6. Спектроскопия в ИК-области.	4
7	4	Практическое занятие 7. Протонный магнитный резонанс.	2
8	4	Практическое занятие 8. ¹³ C ЯМР.	2
9	4	Практическое занятие 9. Электронный парамагнитный резонанс.	2
10	5	Практическое занятие 10. Масс-спектрометрия. Анализ спектров отдельных классов веществ.	6
11	6	Практическое занятие 11. Методы атомной эмиссии и атомной абсорбции.	2
12	6	Практическое занятие 12. Метод ICP-MS.	2
13	7	Практическое занятие 13. Рентгено-спектральные методы анализа.	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Физико-химические методы анализа в технологических исследованиях» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- составление плана или тезисов источников дополнительной литературы;
- подбор, описание и систематизацию источников профессиональной информации, описание и анализ электронных источников информации по теме;
- подготовка к коллоквиумам;
- кейс-стади: подбор, описание и анализ примеров современных технологических приемов;
- организацию групповой работы (по заданию преподавателя);

- подбор вопросов, выносимых на текущие консультации и консультацию перед зачетом;
- подготовка к зачету.
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов). Примерная тематика реферативно-аналитической работы

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Раздел 1-2.

Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Контрольная работа состоит из 2 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос 5 баллов. Максимальная оценка за второй вопрос – 5 баллов.

1. Критерии выбора физико-химического инструментального метода анализа сложного объекта. Постановка задачи анализа.
2. Принципы составления схемы анализа сложного природного объекта, обработки экспериментальных данных и интерпретации результатов.
3. Анализ состава и свойств веществ по обобщенной модели, применение методов структурно-группового и факторного анализов.
4. Особенности анализа смесевых объектов.
5. Аппаратурное оформление хроматографического анализа.
6. Физико-химические основы хроматографического анализа.
7. Качественные и количественные параметры хроматографического анализа.
8. Типы калибровок, применяемые в хроматографии.
9. Классификация хроматографических методов по масштабу.
10. Классификация хроматографических методов по носителю.

Раздел 3.

Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Контрольная работа состоит из 2 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос 5 баллов. Максимальная оценка за второй вопрос – 5 баллов.

1. Физико-химические основы спектроскопии в УФ-, видимой и ИК-области.
2. Аппаратурное оформление спектроскопии в УФ-, видимой и ИК-области.
3. ИК-Фурье спектрометры.
4. Количественный анализ в спектроскопии в УФ-, видимой и ИК-области.
5. Применение спектроскопии в УФ-, видимой и ИК-области.
6. Анализ спектра ИК. Идентификация соединения.

Раздел 4.

Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Контрольная работа состоит из 2 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос 5 баллов. Максимальная оценка за второй вопрос – 5 баллов.

1. Физико-химические основы спектроскопии ЯМР.

2. Аппаратурное оформление спектроскопии ЯМР.
3. Химический сдвиг в спектроскопии ЯМР.
4. Константа спин-спинового взаимодействия и мультиплетность сигналов в спектроскопии ЯМР.
5. Принципы расшифровки ПМР-спектров.
6. Спектроскопия ЯМР ^{13}C .
7. Физико-химические основы спектроскопии ЭПР.
8. Величина g-фактора и расщепление сигнала ЭПР.

Раздел 5.

Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Контрольная работа состоит из 2 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос 5 баллов. Максимальная оценка за второй вопрос – 5 баллов.

1. Физико-химические основы масс-спектрологии.
2. Изотопный состав ионов в масс-спектрологии и его представление в спектре
3. Принципы расшифровки масс-спектров.
4. Аппаратурное оформление масс-спектрологии.
5. Методы ионизации в масс-спектрологии.

Раздел 6.

Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Контрольная работа состоит из 2 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос 5 баллов. Максимальная оценка за второй вопрос – 5 баллов.

1. Подготовка проб к атомно-адсорбционному анализу.
2. Области применения методов атомного уровня.
3. Методы атомизации в атомной спектроскопии.
4. Аппаратурное оформление атомно-адсорбционного и атомно-эмиссионного анализа.
5. Физико-химические основы атомной спектроскопии.
6. ICP-MS. Аппаратурное оформление, физико-химические основы.

Раздел 7.

Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Контрольная работа состоит из 2 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос 5 баллов. Максимальная оценка за второй вопрос – 5 баллов.

1. Монохроматизация рентгеновского излучения.
2. Закон Вульфа-Брэгга.
3. Аппаратурное оформление рентгеноструктурного анализа.
4. Разновидности рентгеноструктурного анализа, области их применения.
5. Миллеровы индексы.
6. Применение рентгеноструктурного анализа.
7. Функция радиального атомного распределения.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачёт с оценкой)

1. Критерии выбора физико-химического инструментального метода анализа сложного объекта. Постановка задачи анализа.
2. Принципы составления схемы анализа сложного объекта, обработки экспериментальных данных и интерпретации результатов.
3. Анализ состава и свойств веществ по обобщенной модели, применение методов структурно-группового и факторного анализов.
4. Рентгеновские методы исследования. Физико-химические основы метода, аппаратное оформление, примеры использования.
5. Рентгеноструктурный анализ – построение функции радиального атомного распределения.
6. Хроматографические методы разделения и анализа, их разновидности. Качественный и количественный анализ.

7. Оптические спектральные методы – спектроскопия в УФ-, видимой и ИК-области, физико-химические основы, особенности приготовления образцов, аппаратное оформление, полуколичественная и количественная обработка данных.
8. Фурье-преобразование в ИК-спектроскопии.
9. ЯМР-спектроскопия – принципы, аппаратное оформление, сочетание с другими методами молекулярной спектроскопии, области применения.
10. Спектроскопия ПМР и ^{13}C .
11. Электронный парамагнитный резонанс – физико-химические основы метода, аппаратное оформление.
12. Масс-спектрометрия и хроматомасс-спектрометрия – физико-химические основы метода, аппаратное оформление, сочетание с другими методами молекулярной спектроскопии, примеры использования.
13. Методы атомной спектроскопии – атомно-абсорбционная, атомно-эмиссионная спектроскопия. Физико-химические основы, аппаратное оформление.
14. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Принципы, аппаратное оформление.
15. Приготовление проб в атомной спектроскопии.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.3. Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой

Зачет по дисциплине «Физико-химические методы анализа в технологических исследованиях» включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов, относящихся к разным модулям курса. Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются исходя из 40 баллов: по 10 баллов за вопрос № 1 и № 2; 20 баллов за вопрос № 3.

Пример билета для зачёта с оценкой:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОО и НХС _____ Р. А. Козловский «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза
	18.04.01 Химическая технология Программа «Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»
	Физико-химические методы анализа в технологических исследованиях
Билет № 1	
<ol style="list-style-type: none"> Критерии выбора физико-химического инструментального метода анализа сложного объекта. Постановка задачи анализа. Фурье-преобразование в ИК-спектроскопии. Расшифровка строения органического соединения (<i>вариант: в наличии спектры ЯМР, ИК</i>). 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Гречишкина О.С. Физико-химические методы анализа природных энергоносителей и углеродных материалов: учеб. пособие / О.С. Гречишкина.- М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 96 с.

2. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учебник для вузов/ Н.Н.Лебедев. – М.: Химия, 1988. – 478 с.

Б. Дополнительная литература

1. Казицина Л.А. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектропии в органической химии / Л.А. Казицина, Н.Б. Куплетская – М.: Высшая школа, 1979. – 264 с.
2. Кузнецова Н.А. Спектральные методы идентификации органических соединений: учебное пособие / Н.А. Кузнецова, В.Ф. Травень – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1999. – 72 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Н «Технология органических веществ» ISSN 0203-6126;
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия П «Химия и переработка горючих полезных ископаемых и природных газов» ISSN 0203-6169;
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Ж «Органическая химия» ISSN 0203-6088;
- «Organic Process Research & Development», ISSN 1083-6160
- «Chemical Engineering Transactions» ISSN 2283-9216
- Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com
- Ресурсы Springer: <http://www.springerlink.com>
- Ресурсы American Chemical Society: www.acs.org
- Ресурсы Royal Society of Chemistry: www.rsc.org
- Электронная система НТИ «Нормы, правила, стандарты России»: <http://www.cntd.ru>
- Ресурсы US patent and trademark office: <http://patft.uspto.gov>
- Ресурсы European patent office: <http://worldwide.espacenet.com>
- Политематические базы данных (БД): Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 7, (общее число слайдов – 210);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 30).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Физико-химические методы анализа в технологических исследованиях*» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Презентации и комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов промышленных катализаторов и продукции нефтепереработки и нефтехимии; наборы продукции промышленных предприятий; плакаты типовых постеров НИР.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные программными средствами и периферийными устройствами для ввода (клавиатуры, мыши и др.), вывода (мониторы, принтеры, проекторы и др.), хранения и передачи данных (разъемы USB, гнезда для SD-карт и др.), сетевыми (маршрутизаторы, сетевые адаптеры и др.) и специализированными устройствами для выполнения конкретных задач (сканеры, веб-камеры и др.).

Локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Полный перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
2.	CAS SciFinder Discovery Platform	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на ресурс: https://scifinder-n.cas.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.
3.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.);

			2025 г. (бессрочно)
4.	Questel. База данных Orbit Premium edition	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.</p>	Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала.
5.	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022.г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.
6.	World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883 С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 Ссылка на сайт – https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона,

			которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 – 2025 гг.
7.	Электронные ресурсы Springer Nature_	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам: Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan. Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии. Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
8.	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering

			Package на платформе: https://www.nature.com
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
9.	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
10.	База данных 2021, 2023 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.
11.	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания.

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Глубина доступа: 1929-1998 гг.
12.	Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 – бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	AIPP E-Book Collection I + Collection I – база данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных книг (монографий) издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др. Глубина доступа: 2020-2022 гг.
13.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2000-2021 гг. (до 01.06.2025 г.); 2022 - 2025 гг.
14.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др. Глубина доступа: 2004-2022 гг.
15.	EBSCO eBook	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708 Бессрочно	EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает

		Ссылка на сайт – https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.	широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языковедение и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.
16.	Научные журналы РАН	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. № 1080 Бессрочно Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность – физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
Рефераты российских патентных документов, опубликованных с 1994 г. по настоящее время.
Полные тексты российских патентных документов из трех последних официальных бюллетеней.
12. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий.
Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org>

- Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>
13. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.
В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.
Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>
14. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин.
Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.
Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>
15. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.
Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.
Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>
Ссылка на раздел Open access:
<https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>
16. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.
Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>
17. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.
Ссылка на ресурс:
<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>
Ссылка на раздел Open access:
<https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
2.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная

3.	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
4.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	Бессрочная
6.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
10.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	—	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
11.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Разделы 1-2	Знает: — физико-химические основы	

<p>Введение. Физико-химические методы анализа.</p> <p>Методы разделения смесевых образцов.</p> <p>Хроматография.</p>	<p>различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;</p> <ul style="list-style-type: none"> – аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа; – особенности методик анализа и приготовления образцов; – инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру; – проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления. 	<p>Оценка за контрольную работу № 1.</p> <p>Оценка на зачете.</p>
<p>Раздел 3.</p> <p>Спектральные оптические методы</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы различных инструментальных 	

<p>анализа: УФ-, видимая, ИК-спектроскопия.</p>	<p>методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;</p> <ul style="list-style-type: none"> – аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа; – особенности методик анализа и приготовления образцов; – инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру; – проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления. 	<p>Оценка за контрольную работу № 2.</p> <p>Оценка на зачете.</p>
---	--	---

<p>Раздел 4 Магнитные резонансные спектроскопические методы.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа; – особенности методик анализа и приготовления образцов; – инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру; – проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3.</p> <p>Оценка на зачете.</p>
---	---	---

<p>Раздел 5. Масс-спектрометрия.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа; – особенности методик анализа и приготовления образцов; – инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру; – проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления. 	<p>Оценка за контрольную работу № 4.</p> <p>Оценка на зачете.</p>
---	---	---

<p>Раздел 6 Методы атомной спектроскопии.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа; – особенности методик анализа и приготовления образцов; – инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру; – проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления. 	<p>Оценка за контрольную работу № 5.</p> <p>Оценка на зачете.</p>
--	---	---

<p>Раздел 7 Рентгено-спектральные методы.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химические основы различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа; – особенности методик анализа и приготовления образцов; – инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру; – проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза; – научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления. 	<p>Оценка за контрольную работу № 6.</p> <p>Оценка на зачете.</p>
--	---	---

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физико-химические методы анализа в технологических исследованиях»

основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Проектирование процессов основного органического
и нефтехимического синтеза»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных
материалов»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена

– доцентом кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Д.В. Староверовым;

– ассистентом кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза В.С. Дубровским.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза «16» мая 2025 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина **«Проектирование процессов основного органического и нефтехимического синтеза»** относится к Модулю *F. Технология основного органического и нефтехимического синтеза* элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана (Б1.В.ДЭ.01.02.05). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии, в частности, в области проектирования и расчета химического оборудования.

Цель дисциплины – углубление знаний и навыков студентов в области проектирования химико-технологических схем, математического моделирования и расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза, включая применение современных программных комплексов на примере использования пакета прикладных программ (ППП) MATLAB и пакета моделирующих программ CHEMCAD.

Задачи дисциплины:

- развитие у студентов умения проектировать работоспособные химико-технологические схемы (ХТС) и реакторные узлы основного органического и нефтехимического синтеза и анализировать эффективность их работы;
- практическое овладение методами расчета материальных и тепловых балансов ХТС, геометрических параметров основных типов реакторных узлов, оптимизации режимов их функционирования.

Дисциплина **«Проектирование процессов основного органического и нефтехимического синтеза»** преподается в 1м и 2м семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	ПК-1. Способен формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей	ПК-1.1. Знает принципы планирования научной работы коллектива исполнителей исходя из целей, задач и ресурсов проведения НИОКР	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК-1.2. Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок	
			ПК-1.3. Владеет приемами оценки материальных, кадровых и временных ресурсов, потребных для научного исследования	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ	Химическое, химико-технологическое	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и	ПК-2.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к

поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.2 Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию	выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	
Управление процессами планирования и организации фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках

характеристик новой техники, оптимизации технологических параметров производства, выполнения комплекса работ по разработке технологической документации.	опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	материалов.	направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.). Обобщенные трудовые функции: В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований. С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С/02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
			ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	
			ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза.

Уметь:

- принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза;
- проектировать химико-технологические схемы.

Владеть:

- навыками математического моделирования и расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Всего		Семестры			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	2	72	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	0,95	34	0,47	17
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	1	36	0,61	22	0,39	14
Лекции	0,222	8	0,22	8	—	—
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	0,05	2	0,05	2	—	—
Практические занятия (ПЗ)	1,194	43	0,73	26	0,47	17
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	0,95	34	0,56	20	0,39	14
Лабораторные занятия (Лаб)	—	—	—	—	—	—
Самостоятельная работа	2,58	93	1,05	38	1,53	55
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,8	1,05	0,4	1,53	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		37,6		37,6		—
Выполнение курсового проекта		54,6		—		54,6
Вид контроля:						
Зачет с оценкой	+	+	+	+	—	—
Защита курсового проекта	+	+	—	—	+	+
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Защита курсового проекта	

Виды учебной работы	Всего		Семестры			
			1		2	
	ЗЕ	Астр. ч	ЗЕ	Астр. ч	ЗЕ	Астр. ч
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108	2	54	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	38,25	0,95	25,5	0,47	12,75
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	1	27	0,61	16,5	0,39	10,5
Лекции	0,222	6	0,22	6	—	—

в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	0,05	1,5	0,05	1,5	—	—
Практические занятия (ПЗ)	1,194	32,25	0,73	19,5	0,47	12,75
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	0,95	25,5	0,56	15	0,39	10,5
Лабораторные занятия (Лаб)	—	—	—	—	—	—
Самостоятельная работа	2,58	69,75	1,05	28,5	1,53	41,25
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,6	1,05	0,3	1,53	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		28,2		28,2		—
Выполнение курсового проекта		40,95		—		40,95
Вид контроля:						
Зачет с оценкой	+	+	+	+	—	—
Защита курсового проекта	+	+	—	—	+	+
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой	Защита курсового проекта		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы технологии проектирования.	18	4	2	—	6	4	—	—	10
2.	Раздел 2. Принципы проектирования реакторных узлов.	27	9	3	1	10	8	—	—	14
3.	Раздел 3. Элементы анализа и синтеза ХТС в технологии органического синтеза.	27	9	3	1	10	8	—	—	14
4.	Раздел 4. Курсовое проектирование.	72	14	—	—	17	14	—	—	55
	ИТОГО	144	36	8	2	43	34	—	—	93

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы технологии проектирования.

Проектирование, его роль и место в процессе создания научно-технического потенциала и производительных сил. Организация проектных работ. Экономические критерии эффективности производства. Выбор метода производства по укрупненным показателям. Основные стадии проектирования и исходные данные. Техно-экономическое обоснование, проект, последовательность выполнения проекта. Проектно-сметная документация. Задачи и критерии решений, принимаемых на каждой стадии проектирования. Точка строительства, связь с мощностью, проблемами баланса энергии, тепла и отходов. Решение проблем экологии. Генплан предприятия, кооперирование вспомогательных производств, инженерных сооружений и коммуникаций с другими предприятиями промышленного узла.

Технологическое проектирование, основные задачи. Непрерывные и периодические производства. Понятие о гибких автоматизированных производственных системах (ГАПС). Основные блоки ХТС и их назначение: хранение и подготовка сырья, химическое превращение, разделение и очистка продуктов, удаление и очистка отходов.

Автоматизация и управление технологическим процессом. Стандартное (каталожное) оборудование, нестандартное и нестандартизированное оборудование. Основные принципы компоновки оборудования. Технологические, технико-экономические, монтажные, ремонтные требования, требования охраны труда. Согласование, экспертиза и утверждение проектов. Авторский надзор.

Раздел 2. Принципы проектирования реакторных узлов.

Материальные и тепловые расчеты непрерывных и периодических процессов технологии основного органического синтеза. Расчет реакторов для периодических и непрерывных процессов по производственным данным. Гомогенные процессы в органическом синтезе. Организация материальных и тепловых потоков в реакционном технологическом узле. Типовые реакторы, их конструкции. Выбор в зависимости от условий процесса. Периодические реакторы, графики работы. Расчет реакторов по математическим моделям. Реакторный узел полупериодических процессов, его расчет. Реакторы для непрерывных процессов, их основные конструкции. Расчет по идеальным моделям в изотермических и неизотермических условиях. Адиабатический режим. Передача тепла через стенку при постоянной и переменной температуре теплоносителя. Расчет реакторов для простых и сложных реакций с учетом температурного профиля. Автотермический режим работы реакторов.

Раздел 3. Элементы анализа и синтеза ХТС в технологии органического синтеза.

Иерархия производства - отрасль, производственное объединение, завод, цех, технологический узел. Критерии оптимальности производства. Приведенные затраты и их структура. Минимизация себестоимости продукции и её связь с параметрами процесса. Общие принципы построения ХТС: непрерывность, энергоемкость, безотходность, компактность. Оптимизация выбранной ТС. Принципы оптимизации системы "реактор - разделение". Примеры расчетов. Эксергетический анализ ТС. Энерготехнология процессов органического синтеза. Термозкономическая оптимизация в органическом синтезе. Особенности анализа и синтеза ХТС в технологии тонкого органического синтеза. Совмещенные ТС, решение задачи их создания. Проектирование ТС как объект автоматизации. Особенности автоматизированного проектирования производств органического синтеза. Связь САПР с автоматизированными системами переработки информации и управления. Состав и структура САПР, основные виды обеспечения, программы, решаемые задачи.

Раздел 4. Курсовое проектирование.

Выдача исходных данных для проектирования. Состав исходных данных: Обзор способов получения данного вещества. Техно-экономическое обоснование выбора

способа производства и места строительства. Физико-химические характеристики сырья, вспомогательных материалов, основных и побочных продуктов. Краткие физико-химические основы процесса. Описание технологической схемы, включая пуск и остановку. Расчет материальных потоков ТС, включая краткое описание алгоритмов расчета, таблица материальных потоков. Выбранные технологические параметры процесса и диапазон их допустимого изменения (анализ устойчивости работы схемы). Расчет и выбор основного технологического оборудования ТС, таблица выбранного оборудования с указанием объема, поверхности теплообмена, давления, температуры, расходов и т.п. Решения по КИП и автоматизации ТС, аналитическому контролю производства, по технике безопасности и охране труда, промсанитарии, противопожарной профилактике, по очистке сточных вод и газовых выбросов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза.	+	+	+	+
	Уметь:				
2	– принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза;	+	+	+	+
3	– проектировать химико-технологические схемы.	+	+	+	+
	Владеть:				
4	– навыками математического моделирования и расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза.	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные <i>компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
5	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их.	ПК-1.1. Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.	+	+	+
6		ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности.	+	+	+
7		ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+	+	+

8	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	+	+	+	+
9		ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+	+
10		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+	+	+	+
11	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.	+	+	+	+
12		ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+
13		ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Проектирование, его роль и место в процессе создания научно-технического потенциала и производительных сил.	2
2		Технологическое проектирование, основные задачи.	2
3		Автоматизация и управление технологическим процессом.	2
4	2	Материальные и тепловые расчеты непрерывных и периодических процессов технологии основного органического синтеза.	5
5		Расчет реакторов по математическим моделям.	5
6	3	Иерархия производства - отрасль, производственное объединение, завод, цех, технологический узел.	3
7		Минимизация себестоимости продукции и её связь с параметрами процесса.	4
8		Особенности автоматизированного проектирования производств органического синтеза.	3
9	4	Выдача исходных данных для проектирования. Технико-экономическое обоснование выбора способа производства и места строительства.	17

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение индивидуальных заданий по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу;
- подготовку курсового проекта по тематике курса.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине за 1 семестр складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

Итоговая оценка за 2 семестр выставляется студенту по итогам выполнения и защиты курсового проекта (максимальная оценка 100 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине «*Проектирование процессов основного органического и нефтехимического синтеза*» не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины

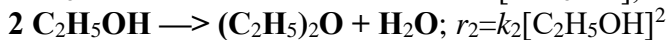
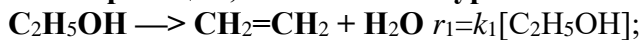
Итоговая оценка за 1 семестр (зачет с оценкой, максимальная – 100 баллов) выставляется студенту по итогам выполнения индивидуальных заданий, проводимых по окончании изучения разделов 1, 2 и 3 (каждое задание – максимум 20 баллов) и сдачи итогового зачетного задания (максимальная оценка 40 баллов).

Для текущего контроля в 1 семестре предусмотрено 3 контрольных работы в форме выполнения индивидуальных заданий (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные задания составляет 20 баллов за каждую работу. Примеры индивидуальных контрольных заданий по каждому разделу приведены ниже.

Раздел 1.

1. Расчет состава реакционной массы для данной схемы и данного типа реактора или расчет объема реактора для заданной математической модели

Схема реакций, кинетические уравнения



Тип реактора, начальные условия

Реактор проточный, полного смешения

Начальный поток $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 10 мол/час,

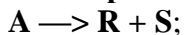
Начальная концентрация $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_0 = 5$ мол/л

Найти

Рассчитать мольные потоки на выходе из реактора, если степень конверсии этанола 70 % и $k_2/k_1 = 0.1$

2. Расчет температурного профиля, размеров реактора или состава продуктов для идеального периодического реактора

Схема реакций, уравнения:



Газофазная; Теплота реакции -6280 кДж/кмол; Теплоемкость A, R, S соотв. 125.6, 104.7 и 83.7 кДж/(кмол·К); константа скорости $k = 10^{14} \exp(-10000/T)$ 1/час.

Тип реактора, начальные условия

Реактор периодический, изобарный, режим адиабатический Нач. температура 300 К, давление 5 атм. Начальный объем реакционной смеси 0.5 м³.

Найти :

Рассчитать профиль температуры по времени.

3. Расчет температуры, размеров реактора или состава продуктов для идеального проточного реактора полного смешения

Схема реакций, уравнения

Реакция



$$r = 2 \cdot 10^8 \cdot \exp(-7900/T) \cdot [\text{A}] \text{ кмол}/(\text{м}^3 \cdot \text{сек})$$

Тепловой эффект экзотермический $6.5 \cdot 10^7$ Дж/(кмол A),

теплоемкость реакционной массы **2400** Дж/(кг·К),
плотность **850** кг/м³.

Тип реактора, начальные условия

Каскад из трех реакторов полного смешения равных объемов

Начальная концентрация А **0.5** кмол/м³

Температура на входе в каскад **5** °С

Скорость подачи реагентов на вход в каскад **0.002** м³/сек

Температура в реакторах соотв. **15, 25** и **35** °С

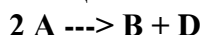
Найти :

Определить количество тепла, которое нужно отводить в каждом реакторе каскада, если на выходе из каскада концентрация А равна **0.02** кмол/м³

4. Расчет температуры, размеров реактора или состава продуктов для идеального проточного реактора идеального вытеснения

Схема реакций, уравнения

Реакция



$$r = 1.62 \cdot 10^5 \cdot \exp(-5340/T) \cdot [A] \text{ кмол}/(\text{м}^3 \cdot \text{сек})$$

Экзотермический тепловой эффект **35600** кДж/(кмол А)

Теплоемкости веществ А, В, D и R (инерт) соответственно **66, 58, 54** и **52** кДж/(кмол·К)

Тип реактора, начальные условия

Проточный реактор идеального вытеснения, $V_r = 0.147$ м³

Поверхность теплообмена **12.8** м², длина **2.9** м

Скорость подачи реагентов **0.001** м³/сек

Начальные концентрации $[A]_0 = 3.8$; $[R]_0 = 10.1$ кмол/м³

Температура начальной смеси **33** °С

Охлаждение прямотоком водой, начальная температура **12** °С, расход **2** кг/сек, температура воды линейна по длине, коэффициент теплопередачи **290** Вт/(м²·К)

Найти :

Рассчитать температурный профиль и конверсию по длине реактора, определить чувствительность профиля к изменению расхода охлаждающей воды.

Раздел 2.

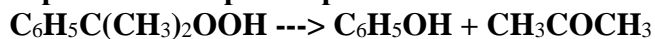
1. Для заданного способа производства предложить принципиальную технологическую схему и рассчитать материальные потоки для реакторного узла

Рассчитать реакционный узел синтеза вещества

Вещество, производительность установки

Фенол, **8** тонн в час

Тип реактора и теплового режима, задаваемая математическая модель, принятые условия для расчета, если не оговорено особо, то к-ции в мол/кг, независимая переменная - время пребывания в сек



$$R = K \cdot [\text{гидроперекись}] \cdot [H_2SO_4] \quad K = \text{EXP}(28.4 - 9090/T) \text{ л/мол.сек}$$

Реакционная среда - эквимольная смесь фенола и ацетона, катализатор - H₂SO₄ (0,1 %масс в реакционной массе)

Реакционный узел - адиабатический реактор, за ним теплообменник, после которого часть реакционной массы отбирается, а остальное подается вновь на вход в реактор. Конверсия ГП на выходе из реактора не ниже **0.995**, температура реакционной массы не должна превышать **75** гр.С.

Постановка задачи расчета

Найти оптимальный по удельной производительности режим работы реактора и определить область устойчивой работы узла (при изменении температуры на входе в реактор на **5** град.С конверсия ГП не ниже **0.99**)

Последовательность расчета:

- 1) Построить принципиальную технологическую схему реакционного узла;
- 2) Составить математическую модель реактора, при этом рекомендуется вначале рассчитать реактор в режимах изотермы и адиабаты и сопоставить с расчетом реактора другим (упрощенным) методом;
- 3) Составить полный материальный баланс узла, рассчитать потоки и температуры теплоносителя, толщину изоляции (если используется адиабатический реактор).

К защите представляется пояснительная записка, которая должна содержать в ясной и понятной форме полную математическую модель реактора, принятые допущения, обозначения, результаты расчета и сделанные из них выводы. Записка должна быть написана так, чтобы ее можно было читать в отсутствие проектанта. Во всех моделях теплофизические свойства приняты постоянными.

2. Построение технологической схемы производства заданного продукта и расчет реактора или реакционного узла с участием такого реактора, анализ параметрической чувствительности или области существования множественности решений.

Предложить технологическую схему получения вещества

Вещество, производительность установки

Этиленгликоль, **500 кг/час**

Условия проведения процесса, конверсия, селективность, соотношения реагентов



Конверсия оксида этилена **0.99** Селективность этиленгликоля по оксиду этилена **0.8**

Мольное отношение $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 15$

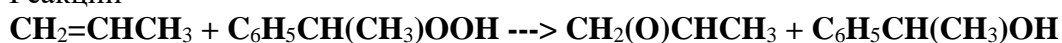
Необходимо построить принципиальную технологическую схему, составить материальный баланс установки и баланс всех материальных потоков схемы, допуская полное разделение компонентов. Рассчитать количество тепла, получающееся или поглощаемое в результате реакции.

Раздел 3.

1. Решить задачу на выбор условий оптимального по экономическим критериям режима проведения процесса.

Условия задания

Реакции



$r_1 = 10 \cdot [\text{Пр}] \cdot [\text{ГП}]$, $r_2 = 10 \cdot [\text{ГП}]$ мол/л.час

ГП находится в растворе этилбензола (**20%** вес), плотность раствора **900 кг/м³**

Конверсия по ГП **0.99** Цена пропилена **50 рб/тонна**, ГП ЭБ - **350 рб/тонна** Стоимость рецикла пропилена **4 рб/т** пропилена

Тип реактора, критерий оптимальности

Каскад из трех реакторов проточных, полного смешения равного объема. Критерий оптимизации - себестоимость оксида пропилена

Найти :

Определить оптимальное соотношение пропилена и ГП ЭБ при этом принять концентрацию пропилена **меняющимся мало**.

2. Для заданного процесса проанализировать литературу, предложить принципиальную технологическую схему процесса, для выбранной технологической схемы рассчитать материальные и тепловые потоки, предложить математическую модель и алгоритм расчета реактора, выбрать основные

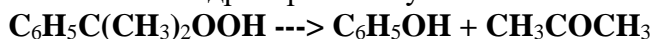
аппараты.

Рассчитать технологическую схему получения вещества:

Фенол и ацетон

Способ получения:

Разложение гидроперекиси кумола



Производительность установки по продукту: 5 тонн фенола в час

Необходимо:

- 1) Обосновать выбранный способ получения, сравнив его с другими промышленными способами;
 - 2) Построить работоспособную технологическую схему, выбрав соответствующие параметры (температура, давление) для аппаратов схемы;
 - 3) Расчитать материальные потоки схемы, включая полный материальный баланс всей установки; Рассчитать количество тепла, необходимое для поддержания нужного режима работы реактора, поверхность теплопередачи или температуру на выходе из реактора.
 - 4) Предложить (в общем виде) возможную математическую модель для расчета реакционного узла и алгоритм расчета размеров реактора;
- Данные для расчета найти в литературе (учебники, монографии, статьи).

8.3. Примерная тематика заданий на курсовое проектирование

Перечень примерных тем

Банк индивидуальных заданий на курсовое проектирование содержит не менее 30 вариантов. Примеры заданий приведены ниже.

Максимальная оценка за курсовой проект – 100 баллов.

1. Выдать исходные данные для установки получения целевого вещества. Вещество: Фенол, Мощность установки по целевому веществу: 20000 тонн в год Критерий выбора оптимального режима работы установки: максимум удельной производительности реактора; Реакция получения целевого вещества: $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{OON} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COCH}_3$, Катализатор - H_2SO_4 , реакционная среда - эквимолярная смесь фенола и ацетона; температура реакционной массы не должна превышать 75 гр.С; Кинетическая модель процесса, условия процесса: $R = K \cdot [\text{гидроперекись}] \cdot [\text{H}_2\text{SO}_4]$; $K = \text{EXP}(28.4 - 9090/T)$ л/мол.сек
2. Выдать исходные данные для установки получения целевого вещества. Вещество: Этиленгликоль; Мощность установки по целевому веществу: 40000 тонн в год; Критерий выбора оптимального режима работы установки: оптимальное по себестоимости соотношение оксида этилена к воде; Реакция получения целевого вещества: $\text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_4\text{O} \rightarrow \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ и т.д. Катализатор отсутствует. Кинетическая модель процесса, условия процесса: $R_{\text{ox}} = K \cdot [\text{ок}] \cdot ([\text{H}_2\text{O}] + 2 \cdot [\text{гл}]) \cdot ([\text{H}_2\text{O}] + b \cdot [\text{гл}])$, $R_{\text{вод}} = R_{\text{ox}} \cdot [\text{H}_2\text{O}] / ([\text{H}_2\text{O}] + b \cdot [\text{гл}])$, $R_{\text{эг}} = R_{\text{ox}} \cdot ([\text{H}_2\text{O}] - b \cdot [\text{эг}]) / ([\text{H}_2\text{O}] + b \cdot [\text{гл}])$, где [ок] - Оксид этилена; $[\text{H}_2\text{O}]$ - Вода; [гл] - Гликоли (моно, ди и т.д.); [эг] - Этиленгликоль; $K = \text{EXP}(10.43 - 9712/T)$ л²/мол².сек $b = 3$ - коэффициент распределения.
3. Выдать исходные данные для установки получения целевого вещества. Вещество: Винилхлорид; Мощность установки по целевому веществу: 15000 тонн в год; Критерий выбора оптимального режима работы установки: максимум удельной производительности печи пиролиза; Реакция получения целевого вещества: $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl} + \text{HCl}$; Кинетическая модель процесса, условия процесса: $R_1 = K_1 \cdot [\text{дихлорэтан}]$, $K_1 = \text{EXP}(22.8 - 19697/T)$ 1/СЕК. Необходимо оценить перепад давления в трубчатом реакторе.

8.4. Структура и пример билета для зачета с оценкой

Зачет по дисциплине «Проектирование процессов основного органического и нефтехимического синтеза» включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной

программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к разным разделам курса. Вопросы билета для зачета с оценкой предусматривают проведение расчетов студента с развернутыми пояснениями. Ответы на вопросы билета для зачета с оценкой оцениваются исходя из 40 баллов, 30 и 10 баллов за 1 и 2 вопрос билета, соответственно.

Пример билета для зачета с оценкой:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОО и НХС Р. А. Козловский «___» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза</p>
	<p>18.04.01 Химическая технология Программа «Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»</p>
	<p>Проектирование процессов основного органического и нефтехимического синтеза</p>
<p align="center"><u>Билет № 1</u></p> <p>Вопрос №1 (30 баллов) Предложить технологическую схему получения вещества Вещество, производительность установки Хлористый винил, 1 т/час Условия проведения процесса, конверсия, селективность, соотношения реагентов $C_2H_4Cl_2 \rightarrow CH_2=CHCl + HCl$ - 80 кДж/мол Конверсия дихлорэтана 70% Необходимо построить принципиальную технологическую схему, составить материальный баланс установки и баланс всех материальных потоков схемы, допуская полное разделение компонентов. Рассчитать количество тепла, получающееся или поглощаемое в результате реакции, указать пределы температур в каждом предложенном аппарате технологической схемы, предложить модель и алгоритм расчета реакционного узла.</p> <p>Вопрос №2 (10 баллов) Схема процесса, уравнения скорости : $A \rightarrow R \quad r_R = k_1 \cdot [A];$ $2 A \rightarrow S + T \quad r_S = k_2 \cdot [A]^2;$ Целевой продукт R Реактор изотермический, модель реактора периодический реактор Требуется найти : Зависимость селективности от начальной концентрации и степени конверсии.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

- Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза, Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швеи В.Ф.М., Химия, , 376 с.1984
- Проектирование и расчет аппаратов основного органического и нефтехимического синтеза, Грязнов И.А. Дигуров Н.Г. Кафаров В.В. Макаров М.Г., Химия, Москва, 256 стр , 1995

Б. Дополнительная литература

5. Расчет реакторов для гомогенных процессов., Н.Г.Дигуров М.Г.Макаров, М., МХТИ им. Д.И.Менделеева, , 80 с., 14 ил.; библиограф. 4 назв., 1983
6. Расчет реакторов для гетерогенных и гетерофазных процессов., Н.Г.Дигуров, М.Г.Макаров, М., МХТИ, , 48 стр.; 5 ил.; библиограф. 5 назв., 1985

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Н «Технология органических веществ» ISSN 0203-6126;
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия П «Химия и переработка горючих полезных ископаемых и природных газов» ISSN 0203-6169;
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Ж «Органическая химия» ISSN 0203-6088;
- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- «Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология» ISSN 0579-2991
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Химическая технология» ISSN 1684-5811
- «Chemical Engineering Transactions» ISSN 2283-9216
- «Organic Process Research & Development», ISSN 1083-6160

Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com

Ресурсы Springer: www.springerlink.com

Ресурсы American Chemical Society: www.acs.org

Ресурсы Royal Society of Chemistry: www.rsc.org

Электронная система НТИ «Нормы, правила, стандарты России»: <http://www.cntd.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 4, (общее число слайдов – 80);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 120);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60);
- банк индивидуальных заданий на курсовое проектирование (общее число вопросов – 30).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к

профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Проектирование процессов основного органического и нефтехимического синтеза»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Презентации и комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов промышленных катализаторов и продукции нефтепереработки и нефтехимии; наборы продукции промышленных предприятий; плакаты типовых постеров НИР.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные программными средствами и периферийными устройствами для ввода (клавиатуры, мыши и др.), вывода (мониторы, принтеры, проекторы и др.), хранения и передачи данных (разъемы USB, гнезда для SD-карт и др.), сетевыми (маршрутизаторы, сетевые адаптеры и др.) и специализированными устройствами для выполнения конкретных задач (сканеры, веб-камеры и др.).

Локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Полный перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.

	(на базе АИБС «Ирбис»)	Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	
2.	CAS SciFinder Discovery Platform	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на ресурс: https://scifinder-n.cas.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.
3.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно)
4.	Questel. База данных Orbit Premium edition	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – https://orbit.com	Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала.
5.	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022.г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.
6.	World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883 С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 Ссылка на сайт – https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 – 2025 гг.
7.	Электронные ресурсы Springer Nature_	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам:

			Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan. Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии. Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
8.	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.com
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
9.	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social

		Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
10.	База данных 2021, 2023 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.
11.	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания. Глубина доступа: 1929-1998 гг.
12.	Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 – бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org/ebooks	AIPP E-Book Collection I + Collection I – база данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных книг (монографий) издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники,

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	материаловедения и нанотехнологий и др. Глубина доступа: 2020-2022 гг.
13.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2000-2021 гг. (до 01.06.2025 г.) ; 2022 - 2025 гг.
14.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др. Глубина доступа: 2004-2022 гг.
15.	EBSCO eBook	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708 Бессрочно Ссылка на сайт – https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.	EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языкознание и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.
16.	Научные журналы РАН	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141

	Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. № 1080 Бессрочно Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации	наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025
--	--	--

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для

рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность – физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов, опубликованных с 1994 г. по настоящее время.
 - Полные тексты российских патентных документов из трех последних официальных бюллетеней.
12. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий.
Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>
13. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.
В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.
Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>
14. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин.
Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного

доступа.

Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>

15. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.

Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.

Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>

Ссылка на раздел Open access:

<https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>

16. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.

Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>

17. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.

Ссылка на ресурс:

<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>

Ссылка на раздел Open access:

<https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
2.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
3.	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
4.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	MATLAB Classroom Suite new	Контракт	25 лицензий для	Бессрочная

	Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	№ 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	активации на рабочих станциях	
6.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
10.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	—	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
11.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы технологий проектирования	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза; – проектировать химико-технологические схемы. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками математического 	<p>Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр)</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (1 семестр)</p>

	моделирования и расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза.	
Раздел 2. Принципы проектирования реакторных узлов	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза; – проектировать химико-технологические схемы. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками математического моделирования и расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза. 	Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр) Оценка за зачет с оценкой (1 семестр)
Раздел 3. Элементы анализа и синтеза ХТС в технологии органического синтеза	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза; – проектировать химико-технологические схемы. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками математического моделирования и расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза. 	Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр) Оценка за зачет с оценкой (1 семестр)
Раздел 4. Курсовое проектирование	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза; – проектировать химико-технологические схемы. 	Оценка за контрольную работу курсовой проект (2 семестр)

	<p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками математического моделирования и расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза. 	
--	--	--

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«Проектирование процессов основного органического и нефтехимического синтеза»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
 «Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Гетерогенный катализ
в технологии основного органического синтеза»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных
материалов»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена:

– д.х.н., профессором, заведующим кафедрой Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Козловским Р.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза «16» мая 2025 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Гетерогенный катализ в технологии основного органического синтеза»** относится к Модулю *F. Технология основного органического и нефтехимического синтеза* элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана (Б1.В.ДЭ.01.02.06). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии, в частности в области следующих дисциплин: «Органическая химия», «Неорганическая химия», «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии», «Информационные технологии в науке и образовании», «Промышленная органическая химия», «Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза».

Цель дисциплины – приобретение студентами углубленных знаний о физико-химических основах гетерогенного катализа и принципах организации промышленных процессов с применением данного типа катализаторов.

Задачи дисциплины:

- изучение физико-химической сущности катализа органических реакций,
- изучение основных теоретических концепций и особенностей гетерогенного катализа;
- освоение научных основ разработки гетерогенных катализаторов и выбора технологического оформления гетерогенно-каталитических процессов.

Дисциплина «Гетерогенный катализ в технологии основного органического синтеза» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	
			ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	
			ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ	Химическое, химико-	ПК-3. Способен к анализу технологических	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и	

поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности	
			ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	
			ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках
			ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергоносителей, производства и использования органических	

разработке технологической документации.	опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	химических продуктов и углеродных материалов.	химических продуктов и углеродных материалов.	направления подготовки.
			ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	Профессиональный стандарт 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.). Обобщенные трудовые функции: В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

знать:

- Классификацию катализаторов;
- физико-химические основы гетерогенного катализа органических реакций;
- методы приготовления и исследования промышленных катализаторов;
- принципы технологического оформления основных гетерогенно-каталитических процессов промышленной органической химии.

Уметь:

- Выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций;
- Выбирать оптимальные параметры каталитических систем и условия их эксплуатации для промышленных каталитических процессов промышленной органической химии;
- Выбирать оптимальный тип реакторного узла для промышленных каталитических процессов органической химии.

Владеть:

- Методами оценки эффективности каталитических систем
- Методами приготовления и регенерации катализаторов
- Методами утилизации отработанных катализаторов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	1,163	41,8	31,35
Лекции	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,027	1	0,75
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	1,136	40,8	30,6
Лабораторные работы (ЛР)	—	—	—
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,6	56,7
Вид контроля:			
Зачет с оценкой	+	+	+
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Введение	18,6	—	2	—	6	—	—	—	10,6
2.	Раздел 2. Адсорбция. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций	25	4,8	3	—	9	4,8	—	—	13
3.	Раздел 3. Катализ металлами	25	9	3	—	9	9	—	—	13
4.	Раздел 4. Катализ оксидами металлов	25	9	3	—	9	9	—	—	13
5.	Раздел 5. Кислотно-основные и нанесенные катализаторы	25	9	3	—	9	9	—	—	13
6.	Раздел 6. Важнейшие гетерогенно-каталитические процессы в нефтегазо-химии и в промышленной органической химии	25	10	3	1	9	9	—	—	13
	ИТОГО	143,6	41,8	17	1	51	40,8	—	—	75,6
	Зачёт с оценкой	0,4								
	ИТОГО	144								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение.

Задачи курса. Значение и масштабы применения катализа в современной промышленной органической химии. История развития знаний о катализе. Определение феномена катализа. Параметры эффективности катализаторов: активность; селективность; стабильность (деактивация) - способы их определения и сравнительная значимость. Классификация катализаторов и каталитических процессов. Сравнительная характеристика гомогенных и гетерогенных катализаторов по различным параметрам.

Раздел 2. Адсорбция. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций.

Элементарные стадии в гетерогенном катализе. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций. Физическая и химическая адсорбция. Количественное описание адсорбции. Кинетическое описание гетерогенно-каталитических реакций, протекающих в разных областях (внедиффузионной, внутридиффузионной, кинетической и переходных).

Раздел 3. Катализ металлами.

Энергетическая диаграмма каталитической реакции. Связь каталитической активности с тепловым эффектом адсорбции. Кристаллическое строение металлов. Структура поверхности металлов. Дисперсность металлов. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные реакции. Связь электронного строения металлов с каталитической активностью. Сплавы металлов. Хемосорбция на поверхности металлов.

Раздел 4. Катализ оксидами переходных металлов.

Электронное строение полупроводниковых оксидов. Хемосорбция на оксидах. Активация кислорода, водорода, монооксида углерода и углеводородов на оксидных катализаторах. Влияние примесей в оксидах на адсорбцию и каталитические свойства. Механизм глубокого и частичного окисления на оксидных катализаторах.

Раздел 5. Кислотно-основные и нанесенные катализаторы.

Строение и кислотность наиболее важных кислотных катализаторов и носителей (Оксид алюминия, Оксид кремния, Алумосиликаты, Цеолиты). Механизмы реакций на поверхности гетерогенных кислотных катализаторов. Строение и свойства наиболее важных основных катализаторов (оксиды щелочноземельных металлов, нанесенные щелочные металлы, гидротальцитоподобные материалы). Механизмы реакций на поверхности гетерогенных основных катализаторов.

Строение цеолитов. Классификация цеолитов. Кислотность цеолитов и способы ее регулирования. Шейп-селективность (ситовый эффект) цеолитных катализаторов. Цеолиты с нанесенными металлами.

Взаимодействие активного компонента с носителем. Дисперсность нанесенных металлов. Процессы миграции металлов по поверхности. Электронное взаимодействие металл-носитель. Сильное взаимодействие металл-носитель. Бифункциональные катализаторы.

Механизмы деактивации катализаторов. Обратимая и необратимая деактивация. Отравление катализаторов. Способы регенерации катализаторов. Классификация промоторов и их действие.

Раздел 6. Важнейшие гетерогенно-каталитические процессы в нефтегазо-химии и в промышленной органической химии.

Типы реакторов. Технология наиболее важных гетерогенно-каталитических процессов (Катализаторы, активация катализатора, аппаратное оформление процесса, деактивация и регенерация катализатора).

Механизмы деактивации катализаторов. Обратимая и необратимая деактивация. Отравление катализаторов. Способы регенерации катализаторов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6
	Знать:						
1	– Классификацию катализаторов;	+	+	+	+	+	+
2	– физико-химические основы гетерогенного катализа органических реакций;	+	+	+	+	+	+
3	– методы приготовления и исследования промышленных катализаторов;			+	+	+	+
4	– принципы технологического оформления основных гетерогенно-каталитических процессов промышленной органической химии.				+	+	+
	Уметь:						
5	– Выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций;	+	+	+	+		
6	– Выбирать оптимальные параметры каталитических систем и условия их эксплуатации для промышленных каталитических процессов промышленной органической химии;	+	+	+	+	+	+
7	– Выбирать оптимальный тип реакторного узла для промышленных каталитических процессов органической химии.					+	+
	Владеть:						
8	– Методами оценки эффективности каталитических систем	+	+	+	+	+	+
9	– Методами приготовления и регенерации катализаторов	+	+	+	+	+	+
10	– Методами утилизации отработанных катализаторов.		+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
11	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	+	+	+	+	—

12	теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+	+	+	+
13		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+	+	+	+	+	+
14	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности	—	+	+	+	+	+
15		ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	—	—	+	+	+	+
16		ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	—	+	+	+	+	+
17	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+	—
18		ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергоносителей, производства и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+	+

19		ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	—	—	+	+	+	+
----	--	--	---	---	---	---	---	---

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Значение и масштабы применения катализа в современной промышленной органической химии. История развития знаний о катализе. Определение феномена катализа.	3
2	1	Параметры эффективности катализаторов: активность; селективность; стабильность (деактивация) - способы их определения и сравнительная значимость. Классификация катализаторов и каталитических процессов. Сравнительная характеристика гомогенных и гетерогенных катализаторов по различным параметрам.	3
3	2	Элементарные стадии в гетерогенном катализе. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций.	3
4	2	Физическая и химическая адсорбция. Количественное описание адсорбции.	3
5	2	Кинетическое описание гетерогенно-каталитических реакций, протекающих в разных областях (внедиффузионной, внутريدиффузионной, кинетической и переходных)	3
6	3	Энергетическая диаграмма каталитической реакции. Связь каталитической активности с тепловым эффектом адсорбции. Кристаллическое строение металлов.	3
7	3	Структура поверхности металлов. Дисперсность металлов. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные реакции.	3
8	3	Связь электронного строения металлов с каталитической активностью. Сплавы металлов. Хемосорбция на поверхности металлов	3
9	4	Электронное строение полупроводниковых оксидов. Хемосорбция на оксидах.	3
10	4	Активация кислорода, водорода, монооксида углерода и углеводородов на оксидных катализаторах.	3
11	4	Влияние примесей в оксидах на адсорбцию и каталитические свойства.	3

		Механизм глубокого и парциального окисления на оксидных катализаторах.	
12	5	Строение и кислотность наиболее важных кислотных катализаторов и носителей (Оксид алюминия, Оксид кремния, Алумосиликаты, Цеолиты). Механизмы реакций на поверхности гетерогенных кислотных катализаторов. Строение и свойства наиболее важных основных катализаторов (оксиды щелочноземельных металлов, нанесенные щелочные металлы, гидротальцитоподобные материалы). Механизмы реакций на поверхности гетерогенных основных катализаторов.	3
13	5	Строение цеолитов. Классификация цеолитов. Кислотность цеолитов и способы ее регулирования. Шейп-селективность (ситовый эффект) цеолитных катализаторов. Цеолиты с нанесенными металлами.	3
14	5	Взаимодействие активного компонента с носителем. Дисперсность нанесенных металлов. Процессы миграции металлов по поверхности. Электронное взаимодействие металл-носитель. Сильное взаимодействие металл-носитель. Бифункциональные катализаторы. Механизмы деактивации катализаторов. Обратимая и необратимая деактивация. Отравление катализаторов. Способы регенерации катализаторов. Классификация промоторов и их действие.	3
15	6	Типы реакторов.	3
16	6	Технология наиболее важных гетерогенно-каталитических процессов (Катализаторы, активация катализатора, аппаратное оформление процесса, деактивация и регенерация катализатора).	3
17	6	Механизмы деактивации катализаторов. Обратимая и необратимая деактивация. Отравление катализаторов. Способы регенерации катализаторов.	3

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Гетерогенный катализ в технологии основного органического синтеза*» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Программой дисциплины «*Гетерогенный катализ в технологии основного органического синтеза*» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 75,6 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа в рамках курса не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе на 2 раздела): контрольная работа по окончанию 2-го раздела – 20 баллов максимально, контрольная работа по окончанию 4-го раздела – 20 баллов максимально, контрольная работа по окончанию 6-го раздела – 20 баллов максимально.

Раздел 1-2 .

Максимальная оценка за контрольную работу – 20 баллов. Контрольная работа состоит из 4 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопрос 1 из нижеприведенного перечня) – 4 балла. Максимальная оценка за второй вопрос (вопрос 2 из нижеприведенного перечня) – 4 балла. Максимальная оценка за третий вопрос (вопрос 3 из нижеприведенного перечня) – 6 баллов. Максимальная оценка за четвёртый вопрос (вопрос 4 из нижеприведенного перечня) – 6 баллов.

1. Дать полное определение катализатора и промотора.
2. Классифицировать, как гомогенный или гетерогенный катализатор NO_2 в реакции окисления сернистого ангидрида до серного ангидрида. Написать уравнение реакции.
3. Дать определения следующим областям протекания гетерогенно-каталитических процессов: внешнEDIффузионная; внутрIDIффузионная; кинетическая? Какие профили концентрации реагентов по глубине зерна катализатора характерны для каждой из областей? Нарисовать диаграмму и объяснить почему? При объяснении используйте математический анализ соответствующих формул.
4. Привести схему реакции $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$, протекающей по механизму Лэнгмюра-Хиншельвуда. Как меняется скорость реакции при изменении парциального давления реагента А при постоянном давлении реагента В?

Раздел 3-4.

Максимальная оценка за контрольную работу – 20 баллов. Контрольная работа состоит из 3 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопрос 1 из нижеприведенного перечня) – 6 баллов. Максимальная оценка за второй вопрос (вопрос 2

из нижеприведенного перечня) – 8 баллов. Максимальная оценка за третий вопрос (вопрос 3 из нижеприведенного перечня) – 6 баллов.

1. При синтезе аммиака одной из стадий реакции является хемосорбция N_2 . Раздел энтальпии образования индивидуальных нитридов следующих металлов лежит в ряду: $Ni \ll Co < Fe < Mn \ll Cr$. Какой характер изменения относительной активности в реакции синтеза аммиака можно ожидать для этого ряда металлов? Объясните почему?
2. Что такое дисперсность катализатора? Объяснить, почему: 1) Удельная активность катализатора, отнесенная к общей массе активного компонента всегда увеличивается с увеличением дисперсности; 2) Удельная активность катализатора отнесенная к числу активных центров на поверхности (число оборотов) для структурно-чувствительных реакций меняется с изменением дисперсности, а для структурно-нечувствительных - не изменяется.
3. Классифицируйте на полупроводники n- и p-типа следующие оксиды: NiO , ZnO , CoO , V_2O_5 . Объясните свое решение. Как повлияет на их проводимость примесь Li_2O ? Для объяснения используйте схему кристаллической решетки и зонную схему.

Раздел 5-6.

Максимальная оценка за контрольную работу – 20 баллов. Контрольная работа состоит из 2 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопрос 1 из нижеприведенного перечня) – 10 баллов. Максимальная оценка за второй вопрос (вопрос 2 из нижеприведенного перечня) – 10 баллов.

1. Объясните природу и приведите схему реакций образования кислотных центров на поверхности Al_2O_3 . Как меняется сила и соотношение Бренстедовских и Льюисовских кислотных центров с повышением температуры обработки Al_2O_3 ?
2. Привести примеры и сравнить типы реакторов, применяемых для газофазных реакций в присутствии гранулированных гетерогенных катализаторов.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

Билет на зачет с оценкой включает 2 контрольных вопроса по разным разделам из числа всех разделов рабочей программы дисциплины. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Дать определения следующим областям протекания гетерогенно-каталитических процессов: внешнEDIффузионная; внутрEDIффузионная; кинетическая? Какие профили концентрации реагентов по глубине зерна катализатора характерны для каждой из областей? Нарисовать диаграмму и объяснить почему? При объяснении используйте математический анализ соответствующих формул.
2. Привести схему реакции $A + B \rightarrow C$, протекающей по механизму Лэнгмюра-Хиншельвуда. Как меняется скорость реакции при изменении парциального давления реагента A при постоянном давлении реагента B?
3. Объясните природу и приведите схему реакций образования кислотных центров на поверхности Al_2O_3 . Как меняется сила и соотношение Бренстедовских и Льюисовских кислотных центров с повышением температуры обработки Al_2O_3 ?
4. Объяснить природу: а) формирования активного центра цеолитов; б) Формирования структуры полостей и каналов цеолитов.
5. Нанесенные на Al_2O_3 металлические катализаторы (например, катализаторы риформинга) часто регенерируют от коксоотложений выжиганием. Какие нежелательные процессы, приводящие к дезактивации катализатора, могут при этом происходить? В связи с этим как осуществляют выжигание кокса?

6. Гетерогенно-каталитическая реакция протекает в переходной области. Как необходимо изменить температуру процесса, чтобы перевести процесс в кинетическую область? Объяснить.
7. ZnO легко адсорбирует кислород. Почему? К какому типу полупроводников относится ZnO? Как и почему меняется сила адсорбции кислорода с увеличением степени адсорбции? Как и почему повлияет на адсорбцию кислорода примесь Cr_2O_3 к оксиду цинка? Для объяснения используйте схему кристаллической решетки и зонную схему..
8. Каталитический риформинг углеводородов: уравнения основных реакций; используемые катализаторы; механизм катализа; тип и описание функционирования реакционного узла; требования к сырью; причины дезактивации катализатора и способы его стабилизации и регенерации; способ утилизации катализатора.
9. Каталитический крекинг углеводородов: уравнения основных реакций; используемые катализаторы; механизм катализа; тип и описание функционирования реакционного узла; требования к сырью; причины дезактивации катализатора и способы его стабилизации и регенерации; способ утилизации катализатора

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример билета для зачета с оценкой

Пример билета для зачета с оценкой:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОО и НХС _____ Р. А. Козловский «___» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза
	18.04.01 Химическая технология Программа «Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»
	Гетерогенный катализ в технологии основного органического синтеза
Билет № 1	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Привести схему реакции $A + B \rightarrow C$, протекающей по механизму Лэнгмюра-Хиншельвуда. Вывести кинетическое уравнение. Как меняется скорость реакции при изменении парциального давления реагента А при постоянном давлении реагента В? 2. Каталитический крекинг углеводородов: уравнения основных реакций; используемые катализаторы; механизм катализа; тип и описание функционирования реакционного узла; требования к сырью; причины дезактивации катализатора и способы его стабилизации и регенерации; способ утилизации катализатора. 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Н.Н.Лебедев, М.Н.Манаков, В.Ф.Швец, Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза М., Химия, 1984, 376 с.
2. Н.Н.Лебедев, Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза, М., Химия, 1988, 592 с.

3. О.В. Крылов. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов, М.: ИКЦ «Академкнига», 2004, 679 с.

Б. Дополнительная литература

1. Б.Лич, Катализ в промышленности, 1 и 2 том, М., Мир, 1986, 328 и 296 с.
2. Б.Гейтс, Дж.Кетцир, Г.Шуйт, Химия каталитических процессов, М., Мир, 1981, 552 с.
3. Строение и свойства адсорбентов и катализаторов. Перевод с англ. З.З.Высоцкого., Под. Ред. Б.Г.Линсена. Москва. Мир. 1973. 653 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия химия и химическая технология, ISSN 0203-607X
- Известия Академии наук. Серия химическая, ISSN 1066-5285
- Катализ в промышленности, ISSN 1816-0387
- Химическая промышленность сегодня, ISSN 0023-110X
- Кинетика и катализ, ISSN 0453-8811
- Applied Catalysis A: General, ISSN 0926-860X
- Catalysis Letters ISSN 1011-372X

Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.

Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://findebooker.com/> - поисковая система по книгам.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 6, (общее число слайдов – 240);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 30).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Гетерогенный катализ в технологии основного органического синтеза»* проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Презентации и комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов промышленных катализаторов и продукции нефтепереработки и нефтехимии; наборы продукции промышленных предприятий; плакаты типовых постеров НИР.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные программными средствами и периферийными устройствами для ввода (клавиатуры, мыши и др.), вывода (мониторы, принтеры, проекторы и др.), хранения и передачи данных (разъемы USB, гнезда для SD-карт и др.), сетевыми (маршрутизаторы, сетевые адаптеры и др.) и специализированными устройствами для выполнения конкретных задач (сканеры, веб-камеры и др.).

Локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Полный перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
2.	CAS SciFinder Discovery Platform	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на ресурс: https://scifinder-n.cas.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.
3.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.);

			2025 г. (бессрочно)
4.	Questel. База данных Orbit Premium edition	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.</p>	<p>Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала.</p>
5.	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022.г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.</p>
6.	World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883 С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 Ссылка на сайт – https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона,</p>

			которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 – 2025 гг.
7.	Электронные ресурсы Springer Nature_	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам: Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan. Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии. Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
8.	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering

			Package на платформе: https://www.nature.com
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
9.	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
10.	База данных 2021, 2023 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.
11.	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания.

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Глубина доступа: 1929-1998 гг.
12.	Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 – бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	AIPP E-Book Collection I + Collection I – база данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных книг (монографий) издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др. Глубина доступа: 2020-2022 гг.
13.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2000-2021 гг. (до 01.06.2025 г.); 2022 - 2025 гг.
14.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др. Глубина доступа: 2004-2022 гг.
15.	EBSCO eBook	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708 Бессрочно	EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает

		Ссылка на сайт – https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.	широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языкознание и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.
16.	Научные журналы РАН	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. № 1080 Бессрочно Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность – физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов, опубликованных с 1994 г. по настоящее время.
 - Полные тексты российских патентных документов из трех последних официальных бюллетеней.
12. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий.
Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org>

- Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>
13. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.
В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.
Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>
14. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин.
Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.
Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>
15. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.
Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.
Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>
Ссылка на раздел Open access:
<https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>
16. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.
Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>
17. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.
Ссылка на ресурс:
<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>
Ссылка на раздел Open access:
<https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
2.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная

3.	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
4.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	Бессрочная
6.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
10.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	—	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
11.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение Раздел 2. Адсорбция. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Классификацию катализаторов; – физико-химические основы гетерогенного катализа органических реакций; – методы приготовления и исследования промышленных катализаторов; – принципы технологического оформления основных гетерогенно-каталитических процессов промышленной органической химии <p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций; – Выбирать оптимальные параметры каталитических систем и условия их эксплуатации для промышленных каталитических процессов промышленной органической химии; – Выбирать оптимальный тип реакторного узла для промышленных каталитических процессов органической химии <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами оценки эффективности каталитических систем – Методами приготовления и регенерации катализаторов – Методами утилизации отработанных катализаторов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>
Раздел 3. Катализ металлами Раздел 4. Катализ оксидами металлов.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Классификацию катализаторов; – физико-химические основы гетерогенного катализа органических реакций; – методы приготовления и исследования промышленных катализаторов; – принципы технологического оформления основных гетерогенно-каталитических процессов промышленной органической химии <p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических 	<p>Оценка за контрольную работу № 2.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>

	<p>реакций;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Выбирать оптимальные параметры каталитических систем и условия их эксплуатации для промышленных каталитических процессов промышленной органической химии; – Выбирать оптимальный тип реакторного узла для промышленных каталитических процессов органической химии <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами оценки эффективности каталитических систем – Методами приготовления и регенерации катализаторов – Методами утилизации отработанных катализаторов. 	
<p>Раздел 5. Кислотно-основные и нанесенные катализаторы Раздел 6. Важнейшие гетерогенно-каталитические процессы в нефтегазохимии и в промышленной органической химии.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Классификацию катализаторов; – физико-химические основы гетерогенного катализа органических реакций; – методы приготовления и исследования промышленных катализаторов; – принципы технологического оформления основных гетерогенно-каталитических процессов промышленной органической химии <p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций; – Выбирать оптимальные параметры каталитических систем и условия их эксплуатации для промышленных каталитических процессов промышленной органической химии; – Выбирать оптимальный тип реакторного узла для промышленных каталитических процессов органической химии <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами оценки эффективности каталитических систем – Методами приготовления и регенерации катализаторов – Методами утилизации отработанных катализаторов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Гетерогенный катализ в технологии основного органического синтеза»

основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Синтез и анализ технологических схем
основного органического и нефтехимического синтеза»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных
материалов»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена к. т. н., доцентом кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Ю.П. Сучковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза «16» мая 2025 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Синтез и анализ технологических схем основного органического и нефтехимического синтеза**» относится к Модулю *F. Технология основного органического и нефтехимического синтеза* элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана (Б1.В.ДЭ.01.02.07). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии органических веществ, в частности, в области органической химии, процессов и аппаратов химической технологии, механизмов органических реакций, теории химических процессов и промышленной органической химии, в частности, в области технологии органических веществ.

Цель дисциплины – развитие практических навыков самостоятельного поиска, сбора, систематизации и анализа информации, необходимой для технико-экономической оценки альтернативных вариантов способов и технологий синтеза органических продуктов, выбора оптимального варианта и его аппаратного оформления.

Основными **задачами дисциплины** является:

- ознакомление студентов с основными принципами разработки технологий производства нефтехимической продукции;
- развитие у студентов практических навыков самостоятельного поиска, сбора и систематизации информации, необходимой для технико-экономической оценки альтернативных вариантов технологий (технологических схем);
- развитие у студентов практических навыков технико-экономической оценки альтернативных вариантов технологий и выбора по технико-экономическим и экологическим критериям из известных вариантов технологий оптимального варианта;
- закрепление у студентов навыков самостоятельного построения полных технологических схем производства по правилам ЕСКД, включающих основные элементы автоматизации, на основе химизма процесса и условий его осуществления, физико-химических свойств исходных веществ и получаемых продуктов.

Курс «**Синтез и анализ технологических схем основного органического и нефтехимического синтеза**» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК-2.2 Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию	
			ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового,	Химическое, химико-технологическое	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления

теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	органических химических продуктов и углеродных материалов.	подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.). Обобщенные трудовые функции: В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.
			ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергоносителей, производства и использования органических химических продуктов и углеродных материалов. ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	
Управление процессами планирования и организации фундаментальных и прикладных работ	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта,

поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, оптимизации технологических параметров производства, выполнения комплекса работ по разработке технологической документации.	профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.	<p>проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 40.011</p> <p>Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.).</p> <p>Обобщенные трудовые функции:</p> <p>В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем.</p> <p>В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.</p> <p>С/02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
			ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	
			ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные принципы анализа альтернативных технологий продуктов органического синтеза.

Уметь:

- использовать информацию, представленную в научно-технической и патентной литературе;
- формулировать рекомендации и предложения по разработке и совершенствованию технологических схем.

Владеть:

- навыками оценки технико-экономической эффективности альтернативных процессов и технологических схем производств продуктов органического синтеза.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	1,364	49	36,75
Лекции	0,25	9	6,75
в том числе в форме практической подготовки	0,194	7	5,25
Практические занятия (ПЗ)	1,17	42	31,5
в том числе в форме практической подготовки	1,17	42	31,5
Лабораторные работы (ЛР)	—	—	—
Самостоятельная работа	2,58	93	69,75
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		18,56	13,92
Выполнение курсовой работы		74,24	55,68
Вид контроля:			
Защита курсовой работы	+	+	+
Вид итогового контроля:	Защита курсовой работы		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Характеристика и назначение информации, необходимой для технико-экономической оценки различных вариантов технологий производства нефтехимической продукции. Стратегия и приемы поиска научно-технической и патентной информации, её систематизация и анализ	26	16	3	2	14	14	—	—	9
2.	Раздел 2. Методы технико-экономической оценки эффективности различных вариантов технологий производства нефтехимической продукции с использованием найденной патентной и научно-технической информации	26	16	3	2	14	14	—	—	9
3.	Раздел 3. Построение технологической схемы производства и правила оформления технической документации в виде «Технико-экономического доклада».	92	17	3	3	14	14	—	—	75
	ИТОГО	144	49	9	7	42	42	—	—	93

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Характеристика и назначение информации, необходимой для технико-экономической оценки различных вариантов технологий производства нефтехимической продукции. Стратегия и приемы поиска научно-технической и патентной информации, её систематизация и анализ.

Сведения о промышленных производителях продукции, её стоимости и технико-экономических показателях используемой технологии. Данные о потребителях производимой продукции (месторасположение потребителя, объем и область применения продукции). Информация об альтернативных химических способах синтеза продукта, в том числе информация о способах синтеза его аналогов или изомеров (условия синтеза, конверсия, селективность, выход). Данные об аппаратурном оформлении узлов синтеза. Информация о способах подготовки исходных веществ и способах разделения продуктов реакции, их аппаратурном оформлении. Информация по физико-химическим свойствам веществ. Сведения о токсичных, пожаро-взрывоопасных и коррозионных свойствах исходных веществ и продуктов. Данные по кинетике и термодинамике. Сведения о способах и технологии переработки отходов производства. Информация о производителях исходных веществ, катализаторов (месторасположение потребителя, объем и стоимость). Характеристика используемых энергетических средств и их стоимость на данный момент времени в месте создания производства.

Основные приемы работы с технической (химической) литературой. Основные литературные источники информации по специальности технология органических веществ. Способы рационального поиска научно-технической информации с использованием обзорной, реферативной и патентной литературы. Стратегия и последовательность поиска данных в зависимости от типа и объема необходимой информации с использованием технической литературы.

Автоматизированный поиск научно-технической информации с использованием Internet. Характеристика основных «Поисковых машин» (ПМ) и «Баз данных» (БД) по специальности технология органических веществ. Серверы основных научно-технических библиотек России. Патентные серверы Российской Государственной Патентной Библиотеки и Европейского Патентного Ведомства. Стратегия поиска в зависимости от типа необходимой информации и используемой ПМ или БД.

Систематизация собранной научно-технической информации по способам синтеза, типу используемого сырья, условиям процесса синтеза (катализаторы, температура, давление, концентрации реагентов и т.п.), аппаратурному оформлению узлов подготовки исходных веществ, реакторных узлов и узлов разделения. Анализ собранной научно-технической информации и способы оценки (проверки) её достоверности.

Раздел 2. Методы технико-экономической оценки эффективности различных вариантов технологий производства нефтехимической продукции с использованием найденной патентной и научно-технической информации.

Технические, экономические и экологические критерии оценки эффективности химических производств. Методы расчета и способы оценки технико-экономической эффективности способов производства в зависимости от характера и объема найденной научно-технической информации. Критерии выбора оптимального варианта (вариантов) синтеза.

Раздел 3. Построение технологической схемы производства и правила оформления технической документации в виде «Технико-экономического доклада».

Состав технологической схемы и её описание. Характеристика основного и вспомогательного технологического оборудования. Характеристика основных средств автоматизации. Состав «Технико-экономического доклада», его основные разделы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	– основные принципы анализа альтернативных технологий продуктов органического синтеза.		+	+	+
	Уметь:				
2	– использовать информацию, представленную в научно-технической и патентной литературе;		+	+	+
3	– формулировать рекомендации и предложения по разработке и совершенствованию технологических схем.		+	+	+
	Владеть:				
4	– навыками оценки технико-экономической эффективности альтернативных процессов и технологических схем производств продуктов органического синтеза.		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные <i>компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
5	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	+	+	+
6		ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+
7		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+	+	+
8	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области глубокой переработки природных	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+

9	энергонасителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергонасителей, производства и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+
10		ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+
11	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергонасителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергонасителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.	+	+	+
12		ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+
13		ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Сведения о промышленных производителях продукции, её стоимости и технико-экономических показателях используемой технологии.	5
2		Основные приемы работы с технической (химической) литературой.	4
3		Автоматизированный поиск научно-технической информации с использованием Internet.	5
4	2	Технические, экономические и экологические критерии оценки эффективности химических производств	5
5		Методы расчета и способы оценки технико-экономической эффективности способов производства в зависимости от характера и объема найденной научно-технической информации	4
6		Критерии выбора оптимального варианта (вариантов) синтеза	5
7	3	Состав технологической схемы и её описание	5
8		Характеристика основного и вспомогательного технологического оборудования. Характеристика основных средств автоматизации	4
9		Состав «Технико-экономического доклада», его основные разделы	5

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ, а также патентов из баз данных США, РСТ, и РФ;
- подготовку курсовой работы по тематике курса;
- подготовку к защите курсовой работы по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за текущее выполнение разделов курсовой работы, оформляемой в виде технико-экономического доклада (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме *защиты курсовой работы* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы (технико-экономического доклада)

1. Подготовить технико-экономический доклад производства дифенилметандиизоцианата мощностью 10000 т/год.
2. Подготовить технико-экономический доклад производства этилбензола мощностью 60000 т/год.
3. Подготовить технико-экономический доклад производства оксида пропилена мощностью 30000 т/год.
4. Подготовить технико-экономический доклад производства α -олефинов $C_{10}-C_{16}$ мощностью 20000 т/год.
5. Подготовить технико-экономический доклад производства изопрена мощностью 50000 т/год.

8.2. Текущий контроль освоения дисциплины

Текущий контроль осуществляется оцениванием объема и содержания разделов технико-экономического доклада в соответствии с графиком выполнения курсовой работы в течение семестра (максимальная оценка 60 баллов).

8.3. Итоговый контроль освоения дисциплины (*защита курсовой работы*)

Итоговая оценка за освоение дисциплины выставляется студенту по итогам защиты курсовой работы, оформленной в виде технико-экономического доклада (максимальная оценка 60 баллов).

Максимальная оценка за курсовую работу – 100 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. В.С.Тимофеев, Л.А.Серафимов. Принципы технологии основного органического синтеза. М.: Высшая школа, 2003 – 536 с.
2. Н.А.Платэ, Е.В.Сливинский. Основы химии и технологии мономеров: Учеб. Пособие. М.: Наука: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002 – 696 с.
3. Эффективная практика глубокой переработки газового сырья в химическую продукцию на предприятиях ОАО «СИБУР ХОЛДИНГ» и используемые технологические процессы., под ред. Е.А. Майера – Томск: Издательский дом ТГУ, 2014. – 476 с.

Б. Дополнительная литература

1. Н.Н.Лебедев. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988 – 592 с.
2. Справочник нефтехимика т.2 Под ред. С.К.Огородникова Л.: Химия, 1978 – 592 с.
3. С. К.Огородников, Г. С. Идлис. Производство изопрена. Л.: «Химия», 1973 – 206 с.

4. А.И.Богомолов, А.А.Гайле, В.В.Громова и др. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов.; Под ред. В.А.Проскурякова, А.Е.Драбкина. 3-е изд., доп. и испр. СПб: Химия, 1995 – 448 с.
5. Новые процессы органического синтеза. Под ред. проф. С.П.Черных М.: Химия, 1989 – 400 с.
6. П.А.Кирпичников, В.В.Береснев, Л.М.Попова. Альбом технологических схем основных производств промышленности синтетического каучука: Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. Л.: Химия, 1986 – 224 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Н «Технология органических веществ» ISSN 0203-6126;
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия П «Химия и переработка горючих полезных ископаемых и природных газов» ISSN 0203-6169;
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Ж «Органическая химия» ISSN 0203-6088;
- «Нефтехимия», ISSN 0028-2421
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- «Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология» ISSN 0579-2991
- «Химическая технология» ISSN 1684-5811
- «Organic Process Research & Development», ISSN 1083-6160
- «Chemical Engineering Transactions» ISSN 2283-9216

Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com

Ресурсы Springer: www.springerlink.com

Ресурсы American Chemical Society: www.acs.org

Ресурсы Royal Society of Chemistry: www.rsc.org

Электронная система НТИ «Нормы, правила, стандарты России»: <http://www.cntd.ru>

Политематические базы данных (БД): Google Scholar, Google Book Search;

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической

литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Синтез и анализ технологических схем основного органического и нефтехимического синтеза»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Презентации и комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов промышленных катализаторов и продукции нефтепереработки и нефтехимии; наборы продукции промышленных предприятий; плакаты типовых постеров НИР.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные программными средствами и периферийными устройствами для ввода (клавиатуры, мыши и др.), вывода (мониторы, принтеры, проекторы и др.), хранения и передачи данных (разъемы USB, гнезда для SD-карт и др.), сетевыми (маршрутизаторы, сетевые адаптеры и др.) и специализированными устройствами для выполнения конкретных задач (сканеры, веб-камеры и др.).

Локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Полный перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
2.	CAS SciFinder Discovery Platform	Принадлежность – сторонняя	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная

		<p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на ресурс: https://scifinder-n.cas.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.</p>
3.	Wiley Journals Database	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely</p>	<p>John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно)</p>
4.	Questel. База данных Orbit Premium edition	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security</p>	<p>Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не</p>

		Assertion Markup Language) аутентификацию.	только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала.
5.	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022.г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.
6.	World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883 С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 Ссылка на сайт – https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 – 2025 гг.
7.	Электронные ресурсы Springer Nature_	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам: Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing

			Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan. Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии. Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
8.	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.com
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
9.	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Бессрочно	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые

		<p>Ссылка на сайт – https://www.nature.com</p>	<p>журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/</p>
		<p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.</p>	
10.	База данных 2021, 2023 eBook Collections Springer Nature	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947</p> <p>Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.</p>
11.	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания. Глубина доступа: 1929-1998 гг.</p>
12.	Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 – бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>AIPP E-Book Collection I + Collection II – база данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных книг (монографий) издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др. Глубина доступа: 2020-2022 гг.</p>

13.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2000-2021 гг. (до 01.06.2025 г.) ; 2022 - 2025 гг.
14.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др. Глубина доступа: 2004-2022 гг.
15.	EBSCO eBook	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708 Бессрочно Ссылка на сайт – https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.	EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языкознание и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.
16.	Научные журналы РАН	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. № 1080 Бессрочно	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности.

		Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации	Глубина доступа: 2023-2025
--	--	--	----------------------------

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность – физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов, опубликованных с 1994 г. по настоящее время.
 - Полные тексты российских патентных документов из трех последних официальных бюллетеней.
12. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий.
Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>
13. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.
В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.
Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>
14. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин.
Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.
Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open->

[access](#)

15. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.

Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.

Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>

Ссылка на раздел Open access:

<https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>

16. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.

Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>

17. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.

Ссылка на ресурс:

<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>

Ссылка на раздел Open access:

<https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
2.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
3.	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
4.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	Бессрочная

6.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
10.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	—	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
11.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Характеристика и назначение информации, необходимой для технико-экономической оценки различных вариантов технологий производства нефтехимической продукции. Стратегия и приемы поиска научно-технической и патентной информации, её систематизация и анализ	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы анализа альтернативных технологий продуктов органического синтеза. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать информацию, представленную в научно-технической и патентной литературе; – формулировать рекомендации и предложения по разработке и совершенствованию технологических схем. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками оценки технико-экономической эффективности альтернативных процессов и 	Оценка за курсовую работу

	технологических схем производств продуктов органического синтеза.	
Раздел 2. Методы технико-экономической оценки эффективности различных вариантов технологий производства нефтехимической продукции с использованием найденной патентной и научно-технической информации	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы анализа альтернативных технологий продуктов органического синтеза. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать информацию, представленную в научно-технической и патентной литературе; – формулировать рекомендации и предложения по разработке и совершенствованию технологических схем. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками оценки технико-экономической эффективности альтернативных процессов и технологических схем производств продуктов органического синтеза. 	Оценка за курсовую работу
Раздел 3. Построение технологической схемы производства и правила оформления технической документации в виде технико-экономического доклада.	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы анализа альтернативных технологий продуктов органического синтеза. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать информацию, представленную в научно-технической и патентной литературе; – формулировать рекомендации и предложения по разработке и совершенствованию технологических схем. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками оценки технико-экономической эффективности альтернативных процессов и технологических схем производств продуктов органического синтеза. 	Оценка за курсовую работу

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам - программам бакалавриата, программам специалитета,

программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Синтез и анализ технологических схем основного органического и нефтехимического синтеза»

основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная квантовая химия»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных
материалов»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена:

– д.х.н., профессором кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза В. Н. Сапуновым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза «16» мая 2025 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Прикладная квантовая химия»** относится к Модулю *F. Технология основного органического и нефтехимического синтеза* элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана (Б1.В.ДЭ.01.02.08). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической, неорганической и физической химии, в частности знакомы с основами квантовой химии и физики.

Цель дисциплины – приобретение умения использовать свои фундаментальные знания по химии и физике для решения практических задач создания материалов с заданными свойствами на основе глубокого понимания процессов, лежащих в основе современной теории строения материи.

Задачи дисциплины:

- обеспечить будущим магистрам знание основных принципов реализации тех или иных теоретических воззрений органической, неорганической, физической и квантовой химии в решении практических задач;
- создание материалов с заданными свойствами;
- углубление знаний в области квантовой механики и химии.

Дисциплина «Прикладная квантовая химия» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК-2.2 Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию	
			ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ	Химическое, химико-технологическое	ПК-3. Способен применять современные приборы	ПК-3.1 Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к

поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	исследования веществ и материалов	выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов	
			ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	
Управление процессами планирования и организации фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках

<p>характеристик новой техники, оптимизации технологических параметров производства, выполнения комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).</p>	<p>энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.</p>	материалов.	<p>направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 40.011</p> <p>Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.).</p> <p>Обобщенные трудовые функции:</p> <p>В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем.</p> <p>В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.</p> <p>С/02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
			<p>ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.</p>	
			<p>ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.</p>	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

знать:

- основные постулаты квантовой химии; физический смысл уравнения Шредингера, волновой функции, квантовых чисел; принципы современных методов квантово-механических расчетов;
- принцип образования химической связи, близких и дальних взаимодействий, принцип образования молекулярных комплексов и агрегатов (наноразмерных молекулярных образований);
- принцип образования и сохранения геометрии молекулярной (молекулярных) систем;
- основные принципы взаимодействия в молекулярных системах и самих систем между собой (теории лазеров, мазеров; теория строения кластеров и молекулярных нанообъединений; теория сверхпроводимости);
- основные принципы теории проводимости и сверхпроводимости.

Уметь:

- представлять протекание химической реакции с точки зрения законов квантовой химии;
- предугадывать новые направления в химии и химической технологии;
- находить взаимосвязь физических явлений с протекающими при этом химическими процессами;
- применять теоретические знания по химии и технологии для решения исследовательских и прикладных задач.

Владеть:

- глубокими знаниями о строении материи при постоянном мониторинге всех новостей о современном состоянии химии и физики;
- современными методами квантово-механических расчетов;
- навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выбору методик и средств решения исследовательских и практических задач;
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей «состав – структура – свойства» новых материалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	1,136	40,8	30,6
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	1,136	40,8	30,6
Лабораторные работы (ЛР)	—	—	—
Самостоятельная работа	3,11	112	84
Контактная самостоятельная работа	3,11	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		112	84
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Элементы квантовой химии и теории химической связи.	36	8	3	—	10	8	—	—	23
1.1	Постулаты классической модели атома	16	2	1	—	2	2	—	—	13
1.2	Типы химической связи, слабые взаимодействия	10	4	1	—	4	4	—	—	5
1.3	Принцип стабильности молекул и молекулярных образований.	10	2	1	—	4	2	—	—	5
2.	Раздел 2. Строение молекул, комплексов и молекулярных образований	36	8,8	3	—	11	8,8	—	—	22
2.1	Изображение взаимодействий и образование орбиталей в 2-х и 3-х атомных молекулах в 3D	9	4,8	1	—	7	4,8	—	—	5
2.2	Элементы координационной химии	17	2	1	—	2	2	—	—	12
2.3	Межмолекулярное взаимодействие	10	2	1	—	2	2	—	—	5
3.	Раздел 3. Основы образования надмолекулярных структур, «суператомы»	36	8	3	—	10	8	—	—	23
3.1	Ридберговские атомы и Ридберговское вещество	11	2	1	—	2	2	—	—	8
3.2	Кластеры и клатраты	13	2	1	—	4	2	—	—	8
3.3	Образование «суператомов»	12	4	1	—	4	4	—	—	7
4.	Раздел 4. Основы вынужденного излучения (лазеры, мазеры, светодиоды и пр. и его взаимодействия с веществом).	36	8	4	—	10	8	—	—	22
4.1	Физическая основа работы лазера. Квантово-механическое явление вынужденного (индуцированного) излучения.	13	4	2	—	4	4	—	—	7

4.2	Лазерные переходы и их использование	11	2	1	—	3	2	—	—	7
4.3	Виды лазеров	12	2	1	—	3	2	—	—	8
5.	Раздел 5. Основы сверхпроводимости различных систем.	36	8	4	—	10	8	—	—	22
51	Теория МО для объяснения сверхпроводящих свойств материи	13	4	2	—	4	4	—	—	7
5.2	«Высокотемпературные» сверхпроводники	11	2	1	—	3	2	—	—	7
5.3	Органические проводники и сверхпроводники	12	2	1	—	3	2	—	—	8
	ИТОГО	180	40,8	17	—	51	40,8	—	—	112
	Экзамен	36								
	ИТОГО	216								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Элементы квантовой химии и теории химической связи.

1.1. Постулаты классической модели атома

Задачи квантовой химии и их решения (описание молекул, комплексов, внутри- и межмолекулярных взаимодействий, расчет всевозможных спектров и других индивидуальных параметров молекул, расчет возможных путей реакции). Строение атома, модель Бора (баланс электростатических сил). Классическое описание взаимодействия ядра и электронов в атоме, достоинства и недостатки данной модели. Постулаты классической модели атома (понятие стационарных орбит, главного квантового числа).

1.2. Типы химической связи, слабые взаимодействия

Открытие двойственной природы электрона и попытка применения теории волновых процессов для описания строения атома. Неопределенность Гейзенберга. Необходимость введения волновой функции и физический смысл последней. Уравнение Шредингера и его решения. Квантовые числа и описание атомных орбиталей. Введение спинового квантового числа. Принцип поиска решений уравнения Шредингера. Приближённые решения уравнения. Теория молекулярных орбит. Приближение МО ЛКАО. Метод Хюккеля для ненасыщенных соединений. Приближение Борна-Оппенгеймера. Метод Хартри-Фока – описание на языке волновых функций. Пренебрежение корреляциями электронов – приближение среднего поля. Расчет *ab initio* (из первых принципов). Теория функционала плотности (*DFT* – Density Functional Theory) – описание на языке электронной плотности с учетом обмена и корреляции электронов. Концепция граничных орбиталей и сохранение орбитальной симметрии. Теория Вудварда-Гофмана

1.3. Принцип стабильности молекул и молекулярных образований.

Принцип стабильности молекул и молекулярных образований. Перекрытие атомных орбиталей. Двухатомные молекулы. Уровни энергии орбиталей. Молекулярные термы. Химическая связь и участие в ней нескольких орбиталей. Физический смысл «гибридных» атомных орбиталей.

Химическая связь. Типы химической связи, полярность, донорно-акцепторный концепт (ковалентная, полярная, донорно-акцепторная и ионная связи) как приближенное представление о занятости атомных и молекулярных орбиталей.

Водородная связь. Коллективные орбитали. Слабые взаимодействия. Молекулярное и атомарное взаимодействие через пространство (TSC through-space coupling). Конформация α,β -дигалогидных соединений. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Краун-эфиры. Координационный катализ. Металлокомплексный катализ. Реакционная способность кластерных соединений: реакции и механизм замещения лигандов, окислительно-восстановительные реакции без перестройки кластерного остова, перенос электронов, сопровождающийся изменением кластерного остова.

Раздел 2. Строение молекул, комплексов и молекулярных образований.

2.1. Изображение взаимодействий и образование орбиталей в 2-х и 3-х атомных молекулах в 3D

Построение изображений взаимодействия атомных орбиталей и образование молекулярных орбиталей 2-х и 3-х атомных молекул. Активация и дезактивация молекул при координации. Активация малых неорганических молекул (H_2 , CO, N_2 , NO, O_2) при координации. Самоорганизация молекул и коллективные взаимодействия. Темплатный эффект. Темплатный синтез. Строение некоторых трехатомных молекул. «Гипервалентные» молекулы (типа XeF_2). Пероксокомплексы. Металлоорганические соединения щелочных и щелочноземельных металлов (строение и химические свойства). Полисопряженные системы. Ароматичность. Графит и соединения включения. Фуллерены (фуллурены). Углеродные нанотрубы. Кластерные соединения. Связь металл-металл

2.2. Элементы координационной химии

Комплексные соединения. Координационное число. Описание связи в комплексных

соединениях. Теории строения комплексов – теория поля лигандов и теория МО. Спектрохимический ряд, высоко- и низкоспиновые комплексы. Окраска комплексов. Природа транс- и цис- эффектов в комплексах и молекулах. Типы лигандов. Классификация лигандов по типу связи и переносу электронной плотности по линии металл лиганд. Стереохимия координационных соединений. Координационная ненасыщенность. Стереохимическая жесткость. Особенности координационной химии p- и f- элементов. Межлигандные взаимодействия. Образование и стабильность КС в растворах, концепция ЖМКО. Эффекты: хелатный, макроциклический, криптатный. Механизмы реакций замещения для комплексов с к.ч. 4-6. Интермедиаты и переходные состояния. Диссоциативный, ассоциативный, обменный механизмы. Инертность и лабильность. Факторы, определяющие скорость и механизм реакций замещения. Роль растворителя. Катализ реакций замещения. Транс-влияние, термодинамический и кинетический аспекты реакционной способности координационных соединений. Реакции изомеризации и рацемизации. Окислительно-восстановительные реакции. Внутрисферный и внешнесферный процессы

2.3. Межмолекулярное взаимодействие

Ридберговские атомы и их степени возбуждения. Ридберговское вещество. Сольватированный электрон, Dyson-орбитали. Надмолекулярные образования и клатраты. Газовые гидраты. Структура органических кристаллов. «Магические» числа валентных кластерных электронов и устойчивость кластеров. Сверхпроводимость материи. Графит, как первый представитель «органических» металлов. Молекулярная электроника. Комплексы с переносом заряда как проводники. Жидкие кристаллы. Координационный катализ. Металлокомплексный катализ. Реакционная способность кластерных соединений: реакции и механизм замещения лигандов, окислительно-восстановительные реакции без перестройки кластерного остова, перенос электронов, сопровождающийся изменением кластерного остова.

Раздел 3. Основы образования надмолекулярных структур, «суператомы».

3.1. Ридберговские атомы и Ридберговское вещество

Ридберговские атомы и их степени возбуждения. Ридберговское вещество. Сольватированный электрон, Dyson-орбитали. Гидратация и сольватация молекул. Структуры воды. Два типа веществ, влияющих на структуру сольватных оболочек. «Структурообразователи» и «структуроразрушители». Особенности сольватации «нано»-частиц. «Нано-химия».

3.2. Кластеры и клатраты

Стабилизация необычного координационного окружения и степеней окисления при координации. Металлоцены. Карбонильные комплексы и их аналоги (комплексы с NO^+ , CS , RNC , N_2 , CN^-). Алкильные, винильные, ацетиленидные и арильные комплексы. Карбеновые комплексы Фишера и Шрока, карбиновые комплексы. Олефиновые и ацетиленовые комплексы. Фуллерен как лиганд. Аллильные и диеновые комплексы. Примеры циклических полиеновых комплексов. Циклопентадиенильные комплексы, металлоцены. Ареновые, циклогептатриеновые и циклооктатетраеновые комплексы.

3.3. Образование «суператомов»

Основы слабого взаимодействия в молекулярных системах и между ними. Теория взаимодействия «TSC» – «взаимодействие через пространство». Атом-атомная связь в полиатомных системах. Образование обобщенных орбиталей в надструктурах атомов и молекул. Теория «суператомов».

Раздел 4. Основы вынужденного излучения (лазеры, мазеры, светодиоды и пр. и его взаимодействия с веществом).

4.1. Физическая основа работы лазера. Квантово-механическое явление вынужденного (индуцированного) излучения.

Физическая основа работы лазера. Квантово-механическое явление вынужденного (индуцированного) излучения. Излучение лазера. Оптическое усиление. Некоторые типы

лазеров. Управление лазерами химических процессов

4.2. Лазерные переходы и их использование

Экимеры. Лазерные переходы между возбуждёнными колебательно-вращательными и основными уровнями составных молекул продуктов реакции.

4.3. Виды лазеров

Твердотельные лазеры на люминесцирующих твёрдых средах (диэлектрические кристаллы и стёкла). Полупроводниковые лазеры. Светодиоды. Лазеры на красителях. Тип лазеров, использующий в качестве активной среды раствор флюоресцирующих с образованием широких спектров органических красителей. Лазерные переходы и их использование. Газовые и газодинамические лазеры. Экимеры, Лазерные переходы между возбуждёнными колебательно-вращательными и основными уровнями составных молекул продуктов реакции. Лазеры на свободных электронах. Мазеры. Квантовые каскадные лазеры. Полупроводниковые лазеры. Другие виды лазеров, развитие принципов которых на данный момент является приоритетной задачей исследований (рентгеновские лазеры). Применение лазеров для индицирования необычных химических реакций.

Раздел 5. Основы сверхпроводимости различных систем.

5.1. Теория МО для объяснения сверхпроводящих свойств материи

Сверхпроводимость как квантовое явление. Эффектом Мейснера. «Нулевое сопротивление». Первое теоретическое объяснение сверхпроводимости в 1935 году Фрицем и Хайнцем Лондоном. Общая теория Л. Д. Ландау и В. Л. Гинзбурга. Теория БКШ. Двухжидкостная модель сверхпроводника.

5.2. «Высокотемпературные» сверхпроводники

Теория МО для объяснения сверхпроводящих свойств материи. Связь явления сверхпроводимости с «дуализмом» электрона.

5.3. Органические проводники и сверхпроводники

Критическая температурой перехода и ширина интервала перехода. «Высокотемпературные» сверхпроводники. Органические проводники и сверхпроводники.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	– основные постулаты квантовой химии; физический смысл уравнения Шредингера, волновой функции, квантовых чисел; принципы современных методов квантово-механических расчетов;	+	+			
2	– принцип образования химической связи, близких и дальних взаимодействий, принцип образования молекулярных комплексов и агрегатов (наноразмерных молекулярных образований);		+	+		
3	– принцип образования и сохранения геометрии молекулярной (молекулярных) систем;		+	+		
4	– основные принципы взаимодействия в молекулярных системах и самих систем между собой (теории лазеров, мазеров; теория строения кластеров и молекулярных нанообъединений; теория сверхпроводимости);				+	+
5	– основные принципы теории проводимости и сверхпроводимости.					
	Уметь:					
6	– представлять протекание химической реакции с точки зрения законов квантовой химии;	+	+			
7	– предугадывать новые направления в химии и химической технологии;				+	+
8	– находить взаимосвязь физических явлений с протекающими при этом химическими процессами;				+	+
9	– применять теоретические знания по химии и технологии для решения исследовательских и прикладных задач		+	+	+	+
	Владеть:					
10	– глубокими знаниями о строении материи при постоянном мониторинге всех новостей о современном состоянии химии и физики:	+	+			
11	– современными методами квантово-механических расчетов;					+
12	– навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выбору методик и средств решения исследовательских и практических задач;	+	+	+	+	

13	– способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;				+	+
14	– методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей «состав – структура – свойства» новых материалов		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
15	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	+	+	+	+
16		ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+	+
17		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+	+	+	+
18	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности			+	+
19		ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов		+	+	+
20		ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности			+	+

21	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.	+	+	+	+	+
22		ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.				+	+
23		ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Постулаты классической модели атома	2
2	1	Типы химической связи, слабые взаимодействия	4
3	1	Принцип стабильности молекул и молекулярных образований.	4
4	2	Изображение взаимодействий и образование орбиталей в 2-х и 3-х атомных молекулах	7
5	2	Элементы координационной химии	2
6	2	Межмолекулярное взаимодействие	2
7	3	Ридберговские атомы и Ридберговское вещество	2
8	3	Кластеры и клатраты	4
9	3	Образование «суператомов»	4
10	4	Физическая основа работы лазера.	4
11	4	Лазерные переходы и их использование	3
12	4	Виды лазеров	3
13	5	Теория МО для объяснения сверхпроводящих свойств материи	4
14	5	«Высокотемпературные» сверхпроводники	3
15	5	Органические проводники и сверхпроводники	3

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Прикладная квантовая химия» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- самостоятельное углубленное изучение некоторых тематик подготовку по материалам лекционного курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку и написание реферата по тематике курса;
- презентация перед студентами группы по тематике реферата;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзамена по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), подготовки и презентации реферативно-аналитической работы (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Перечень примерных тем

1. Ридберговский атом и Ридберговское вещество, их обнаружение в природе;
2. Природа шаровой молнии – гипотезы и реальность
3. «Органические» металлы.
4. Принцип проводимости в сверхпроводниках гипотезы и реальность
5. Окислительно-восстановительные процессы при координации лигандов
6. Темплатный эффект и темплатный синтез.
7. Химическая связь в кластерах и клатратах .
8. Наночастицы, их сходство и особенности по сравнению с молекулярными образованиями.
9. Управление лазерами химических процессов
10. Структуры воды
11. Структура органических кристаллов и взаимодействие отдельных молекул в кристаллах

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы, проводимых по окончании изучения двух групп модулей: 1, 2 и 3 разделы – контрольная работа № 1 (максимальное количество баллов – 20); 4 и 5 разделы – контрольная работа № 2 (максимальное количество баллов – 10).

Примеры вопросов к контрольной работе № 1 (Разделы 1, 2 и 3). Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Показать, что основные квантовые числа представляют собой параметры решений уравнения Шредингера.
2. Основной принцип стабильности молекул и молекулярных образований.
3. Физический смысл волновой функции.

Вопрос 1.2.

1. Необходимость введения спинового числа.
2. Принципиальное отличие метода расчета (DFT - Density Functional Theory) от традиционных приближений.
3. «Гипервалентные» молекулы (типа XeF₂):

Вопрос 1.3.

1. Пероксокомплексы
2. Описание связи в комплексных соединениях
3. Теории строения комплексов – теория поля лигандов и теория МО.

Вопрос 1.4.

1. Координационная ненасыщенность. Стереохимическая жесткость
2. Гидратация и сольватация молекул. Структуры воды.
3. Представьте возможные варианты молекулярно орбитального строения молекулы «X», все возможные конформации и опишите их донорные и акцепторные свойства
Выбор объекта из ряда ионов и молекул: CO, CO₂, катиона NO, аниона NO, радикала NO, аниона CN⁻, радикала CN^{*}, N₂Cl.

Вопрос 1.5.

1. Представьте схему МО и молекулярно-орбитальное взаимодействие в переходном состоянии при димеризации этилена

Примеры вопросов к контрольной работе № 2 (Разделы 4 и 5). Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Концепция граничных орбиталей и сохранение орбитальной симметрии
2. Самоорганизация молекул и коллективные взаимодействия. Темплатный эффект. Темплатный синтез. Принципы металлокомплексного катализа
3. Реакционная способность кластерных соединений: реакции и механизм замещения лигандов, окислительно-восстановительные реакции без перестройки кластерного остова, перенос электронов, сопровождающийся изменением кластерного остова
4. Основы слабого взаимодействия в молекулярных системах и между ними. Теория взаимодействия «TSC» - «взаимодействие через пространство».

Вопрос 2.2.

1. Теория «суператомов».
2. Механизмы реакций замещения для комплексов с к.ч. 4-6. Интермедиаты и переходные состояния.
3. Диссоциативный, ассоциативный, обменный механизмы. Реакции координационных соединений.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1–5 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Вопрос 3.1.

1. Какие аномалии в свойствах вода и как их объясняют?
2. Геометрия атомных орбиталей в зависимости от главного квантового числа
3. Теория цветности для комплексов
4. МО схема для молекулы воды
5. Что такое «феномен кота Шредингера»? квантовая телепортация
6. Зависимость цвета комплексов от природы металла и его заряда
7. Почему молекула воды полярная?
8. Ридберговские атомы и их свойства
9. Природа излучения молекул, вынужденное излучение
10. Структура воды в различных агрегатных состояниях.

Вопрос 1.2.

1. Получение Ридберговских атомов
2. Типы люминесценции
3. Строение и энергия кластеров воды
4. Ридберговское (Ry) вещество
5. Что такое «инверсия заселенности»
6. Память воды
7. Доказательство, что атом водорода может существовать с уровнем возбуждения $n \sim 1000$.
8. Устройство лазера
9. Что такое *гидриды*?
10. Шаровая молния и Ридберговское вещество.

Вопрос 1.3.

1. Эксимеры для лазера

2. Классификация гидридов
3. Плазма, ее характеристика и свойства
4. Лазеры и мазеры
5. Металлические гидриды
6. Гипотезы о теории шаровой молнии
7. Причины колебаний в молекулах
8. МО схема для различных гидридов
9. Что такое химическая связь и как она образуется
10. Методы получения инверсии «населенности»; принцип работы лазеров и мазеров.

Вопрос 1.4.

1. Возможные варианты МО строения молекулы $C=O$.
2. Возможные варианты МО строения молекулы H_3O^+ .
3. Возможные варианты МО строения молекулы NH_4^+ .
4. Возможные варианты МО строения молекулы NO^+ .
5. Возможные варианты МО строения молекулы CO_2 .
6. Возможные варианты МО строения молекулы N_2O .
7. Возможные варианты МО строения молекулы $NOCl$.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине «*Прикладная квантовая химия*» включает контрольные вопросы по разделам 1–5 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 4 вопросов, относящихся к разным разделам курса. Процедура экзамена предусматривает развернутые ответы студента на вопросы экзаменационного билета.

Пример билета для **экзамена**:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОО и НХС _____ Р. А. Козловский «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза
	18.04.01 Химическая технология Программа «Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»
	Прикладная квантовая химия
Билет № 1	
<ol style="list-style-type: none"> 1. МО схема для молекулы воды в разных конформациях (линейная, треугольная, тетраэдрическая). 2. Шаровая молния и Ритберговское вещество, гипотезы. 3. Сверхпроводимость, критическая температура, эффект Мейснера. 4. Возможные варианты МО строения молекулы CO_2. 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Степанов Н. Ф. Квантовая механика и квантовая химия М.: Мир, 2001. — С. 519. — ISBN 5-03-003414-5.
2. Брейдер Атомы в молекулах. Квантовая теория. — М.: Мир, 2001. — 532 с. — ISBN 5-03-003363-7
3. Цирельсон В.Г.. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела. Учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 495 с.
4. Звелто О. Принципы лазеров. — М.: Мир, 1990. — 559 с. — ISBN 5-03-001053-X.
5. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. М.: Высш. шк., 1979. 407 с.

Б. Дополнительная литература

1. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений: Введение в теорию. 3-е изд. Л.: Химия, 1986. 288 с
2. Болотин А.Б., Степанов Н.Ф. Теория групп и ее применение в квантовой механике молекул. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. 227 с
3. Дей К., Селбин Д. Теоретическая неорганическая химия. 3-е изд. М.: Химия, 1976. 568 с
4. Дьюар М., Догерти Р. Теория возмущенных молекулярных орбиталей в органической химии. М.: Мир, 1977. 695 с
5. Кларк Т. Компьютерная химия. М.: Мир, 1990. 381 с
6. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Квантовая химия органических соединений. Механизмы реакций. М.: Химия. 1986. 248 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.
- Журналы издательства American Chemical Society (ACS), Ресурсы ELSEVIER:
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия АБ-1. Общие вопросы химии. Физическая химия (Строение молекул), ISSN 0208-1695.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Б-2. Физическая химия (Кристаллохимия. Химия твердого тела. Газы. Жидкости. Аморфные тела. Поверхностные явления. Химия коллоидов), ISSN 0208-1717.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Б-3. Физическая химия (Химическая термодинамика. Физико-химический анализ. Растворы. Электрохимия), ISSN 0208-1636.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Б-4. Физическая химия (Кинетика. Катализ. Фотохимия. Радиационная химия. Плазмохимия), ISSN 0208-1725.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия В. Неорганическая химия. Комплексные соединения. Радиохимия, ISSN 0234-9639.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия ГД. Аналитическая химия. Оборудование лабораторий, ISSN 0203-6045.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Е. Природные органические соединения и их синтетические аналоги, ISSN 0235-3148.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Ж, Органическая химия, ISSN 0203- 6088.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия И. Общие вопросы химической технологии, ISSN 0203-607X.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Л. Технология неорганических веществ и материалов, ISSN 0203-2214.

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, ISSN 0235-2206.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Н. Технология органических веществ, ISSN 0203-6126.
- материалы для производства полимеров и изделий из них), ISSN 0208-1741.
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Ф. Технология полимерных материалов (Природные высокомолекулярные соединения. Химия и переработка древесины. Химические волокна. Текстильные материалы. Бумага. Кожа. Мех), ISSN 0208-1768.
- «Нефтехимия», ISSN 0028-2421
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- «Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология» ISSN 0579-2991
- «Химическая технология» ISSN 1684-5811
- «Organic Process Research & Development», ISSN 1083-6160
- «Chemical Engineering Transactions» ISSN 2283-9216

Ресурсы Elsevier: <https://www.elsevier.com>

Ресурсы Springer: <http://www.springerlink.com>

Ресурсы American Chemical Society: www.acs.org

Ресурсы Royal Society of Chemistry: www.rsc.org

Электронная система НТИ «Нормы, правила, стандарты России»: <http://www.cntd.ru>

Ресурсы US patent and trademark office: <http://patft.uspto.gov>

Ресурсы European patent office: <https://worldwide.espacenet.com>

Ресурсы ФИПС: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 200);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 104);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 26).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Прикладная квантовая химия»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Презентации и комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов промышленных катализаторов и продукции нефтепереработки и нефтехимии; наборы продукции промышленных предприятий; плакаты типовых постеров НИР.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные программными средствами и периферийными устройствами для ввода (клавиатуры, мыши и др.), вывода (мониторы, принтеры, проекторы и др.), хранения и передачи данных (разъемы USB, гнезда для SD-карт и др.), сетевыми (маршрутизаторы, сетевые адаптеры и др.) и специализированными устройствами для выполнения конкретных задач (сканеры, веб-камеры и др.).

Локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Полный перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
2.	CAS SciFinder Discovery Platform	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на ресурс: https://scifinder-n.cas.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.
3.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.);

			2025 г. (бессрочно)
4.	Questel. База данных Orbit Premium edition	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.</p>	<p>Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала.</p>
5.	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022.г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.</p>
6.	World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883 С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 Ссылка на сайт – https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	<p>World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона,</p>

			которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 – 2025 гг.
7.	Электронные ресурсы Springer Nature_	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам: Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan. Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии. Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
8.	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering

			Package на платформе: https://www.nature.com
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
9.	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
10.	База данных 2021, 2023 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.
11.	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания.

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Глубина доступа: 1929-1998 гг.
12.	Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 – бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	AIPP E-Book Collection I + Collection I – база данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных книг (монографий) издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др. Глубина доступа: 2020-2022 гг.
13.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2000-2021 гг. (до 01.06.2025 г.) ; 2022 - 2025 гг.
14.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др. Глубина доступа: 2004-2022 гг.
15.	EBSCO eBook	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708 Бессрочно	EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает

		Ссылка на сайт – https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.	широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языкознание и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.
16.	Научные журналы РАН	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. № 1080 Бессрочно Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

– Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

- BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
- Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
- Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
- Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность – физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
- База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
- Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
- US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.
- Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
- Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов, опубликованных с 1994 г. по настоящее время.
 - Полные тексты российских патентных документов из трех последних официальных бюллетеней.
- The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий.

- Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org>
 Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>
- Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.
 В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.
 Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>
 Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>
 - Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин.
 Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.
 Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>
 Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>
 - The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.
 Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.
 Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>
 Ссылка на раздел Open access:
<https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>
 - Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.
 Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>
 Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>
 - Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.
 Ссылка на ресурс:
<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>
 Ссылка на раздел Open access:
<https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
2.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U	Контракт № 90-133ЭА/2021	Сетевая лицензия на 200	бессрочная

	бессрочная sers	от 07.09.2021	пользователей	
3.	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
4.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	Бессрочная
6.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
10.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	—	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
11.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
-----------------------	----------------------------	----------------------------------

<p>Раздел 1. Элементы квантовой химии и теории химической связи.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные постулаты квантовой химии; физический смысл уравнения Шредингера, волновой функции, квантовых чисел; принципы современных методов квантово-механических расчетов; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – представлять протекание химической реакции с точки зрения законов квантовой химии; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – глубокими знаниями о строении материи при постоянном мониторинге всех новостей о современном состоянии химии и физики; – навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выбору методик и средств решения исследовательских и практических задач. 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Кроме того, знание данной тематики учитывается при выставлении оценки за реферат и в оценке за экзамен</p>
<p>Раздел 2. Строение молекул, комплексов и молекулярных образований.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные постулаты квантовой химии; физический смысл уравнения Шредингера, волновой функции, квантовых чисел; принципы современных методов квантово-механических расчетов; – принцип образования химической связи, близких и дальних взаимодействий, принцип образования молекулярных комплексов и агрегатов (наноразмерных молекулярных образований); – принцип образования и сохранения геометрии молекулярной (молекулярных) систем <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – представлять протекание химической реакции с точки зрения законов квантовой химии; – применять теоретические знания по химии и технологии для решения исследовательских и прикладных задач; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – глубокими знаниями о строении материи при постоянном мониторинге всех новостей о современном состоянии химии и физики; – навыками поиска, обработки, анализа и 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Кроме того, знание данной тематики учитывается при выставлении оценки за реферат и в оценке за экзамен</p>

	<p>систематизации научно-технической информации по теме исследования, способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выбору методик и средств решения исследовательских и практических задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> – методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей «состав – структура – свойства» новых материалов. 	
<p>Раздел 3. Основы образования надмолекулярных структур, «суператомы».</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принцип образования химической связи, близких и дальних взаимодействий, принцип образования молекулярных комплексов и агрегатов (наноразмерных молекулярных образований); – принцип образования и сохранения геометрии молекулярной (молекулярных) систем; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – представлять протекание химической реакции с точки зрения законов квантовой химии; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выбору методик и средств решения исследовательских и практических задач; – методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей «состав – структура – свойства» новых материалов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Кроме того, знание данной тематики учитывается при выставлении оценки за реферат и в оценке за экзамен</p>
<p>Раздел 4. Основы вынужденного излучения (лазеры, мазеры, светодиоды и пр.) и его взаимодействия с веществом.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы взаимодействия в молекулярных системах и самих систем между собой (теории лазеров, мазеров; теория строения кластеров и молекулярных нано объединений; теория сверхпроводимости); <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – предугадывать новые направления в химии и химической технологии; – находить взаимосвязь физических явлений с протекающими при этом химическими процессами; – применять теоретические знания по химии и технологии для решения 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Кроме того, знание данной тематики учитывается при выставлении оценки за реферат и в оценке за экзамен</p>

	<p>исследовательских и прикладных задач. <i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выбору методик и средств решения исследовательских и практических задач; – способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности; – методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей «состав – структура – свойства» новых материалов. 	
Раздел 5. Основы сверхпроводимости различных систем.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы взаимодействия в молекулярных системах и самих систем между собой (теории лазеров, мазеров; теория строения кластеров и молекулярных нано объединений; теория сверхпроводимости); <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – предугадывать новые направления в химии и химической технологии; – находить взаимосвязь физических явлений с протекающими при этом химическими процессами; – применять теоретические знания по химии и технологии для решения исследовательских и прикладных задач <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками организаторской работы по созданию научного направления в узких областях современной химии и химической технологии; – способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности; – Методологическими подходами и навыками выявления основной задачи исследования;. 	<p>Оценка за контрольную работу № 2 Кроме того, знание данной тематики учитывается при выставлении оценки за реферат и в оценке за экзамен</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная квантовая химия» основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных
материалов»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена:

– д.х.н., профессором, заведующим кафедрой Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза Козловским Р.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза «16» мая 2025 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Дисциплина **«Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза»** относится к Модулю *F. Технология основного органического и нефтехимического синтеза* элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана (Б1.В.ДЭ.01.02.01). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии, в частности, успешно освоили следующие дисциплины: «Органическая химия», «Неорганическая химия», «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии», «Информационные технологии в науке и образовании», «Промышленная органическая химия», «Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза».

Цель дисциплины – приобретение студентами углубленных знаний о физико-химических основах катализа и принципах организации промышленных гомогенно-каталитических процессов основного органического синтеза.

Задачи дисциплины:

- 1) изучение физико-химической сущности катализа органических реакций в присутствии комплексов переходных металлов,
- 2) изучение основных теоретических концепций и особенностей металлокомплексного катализа;
- 3) освоение научных основ разработки металлокомплексных катализаторов и выбора технологического оформления каталитических процессов.

Дисциплина **«Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза»** преподается в 1 и 2 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК-2.2 Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию	
			ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового,	Химическое, химико-технологическое	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления

теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	органических химических продуктов и углеродных материалов.	подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.). Обобщенные трудовые функции: В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.
			ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергоносителей, производства и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	
			ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	
Управление процессами планирования и организации фундаментальных и прикладных работ	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта,

поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, оптимизации технологических параметров производства, выполнения комплекса работ по разработке технологической документации.	профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.	<p>проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 40.011</p> <p>Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.).</p> <p>Обобщенные трудовые функции:</p> <p>В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем.</p> <p>В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.</p> <p>С/02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
			ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	
			ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

знать:

- основные теоретические концепции катализа;
- физико-химическую сущность различных типов гомогенного катализа химических реакций;
- особенности кинетики гомогенно-каталитических органических реакций;
- классификацию катализаторов.

уметь:

- выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций;
- выбирать наиболее эффективные типы катализаторов для различных органических реакций;
- выбирать технологическое оформление гомогенно-каталитических процессов промышленной органической химии.

владеть:

- методами оценки эффективности каталитических систем;
- научными основами создания и исследования катализаторов и каталитических процессов;
- методами исследования кинетики гомогенных, в том числе гомогенно-каталитических, органических реакций
- методами утилизации отработанных катализаторов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Всего		Семестры			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	4	144	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,36	85	1,42	51	0,94	34
в том числе в форме практической подготовки	1,792	64,6	0,963	34,6	0,829	30
Лекции	0,25	9	0,25	9	—	—
в том числе в форме практической подготовки	0,027	1	0,027	1	—	—
Практические занятия (ПЗ)	1,64	59	1,17	42	0,47	17
в том числе в форме практической подготовки	1,295	46,6	0,936	33,6	0,359	13
Лабораторные занятия (Лаб)	0,47	17	—	—	0,47	17
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	—	—	0,47	17
Самостоятельная работа	2,64	95	1,58	57	1,06	38
Контактная самостоятельная работа	2,64	0,4	1,58	—	1,06	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		57		57		—
Подготовка к выполнению лабораторных работ и составление отчетов		37,6		—		37,6
Вид контроля:						
Зачет с оценкой	+	+	—	—	+	+
Экзамен	1	36	1	36	—	—
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	—	—
Подготовка к экзамену		35,6		35,6		—
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачет с оценкой	

Продолжение таблицы

Виды учебной работы	Всего		Семестры			
			1		2	
	ЗЕ	Астр. ч	ЗЕ	Астр. ч	ЗЕ	Астр. ч
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	162	4	108	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,36	63,75	1,42	38,25	0,94	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>1,792</i>	<i>48,45</i>	<i>0,963</i>	<i>25,95</i>	<i>0,829</i>	<i>22,5</i>
Лекции	0,25	6,75	0,25	6,75	—	—
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,027</i>	<i>0,75</i>	<i>0,027</i>	<i>0,75</i>	—	
Практические занятия (ПЗ)	1,64	44,25	1,17	31,5	0,47	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>1,295</i>	<i>34,95</i>	<i>0,936</i>	<i>25,2</i>	<i>0,359</i>	<i>9,75</i>
Лабораторные занятия (Лаб)	0,47	12,75	—	—	0,47	12,75
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,47</i>	<i>12,75</i>	—	—	<i>0,47</i>	<i>12,75</i>
Самостоятельная работа	2,64	71,25	1,58	42,75	1,06	28,5
Контактная самостоятельная работа	2,64	0,3	1,58	—	1,06	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		42,75		42,75		—
Подготовка к выполнению лабораторных работ и составление отчетов		28,2		—		28,2
Вид контроля:						
Зачет с оценкой	+	+	—	—	+	+
Экзамен	1	27	1	27	—	—
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3	—	—
Подготовка к экзамену		26,7		26,7		—
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ.часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Введение. Сущность катализа. Классификация катализаторов.	9	—	1	—	3	—	—	—	5
1.1	История развития знаний о катализе. Определение феномена катализа. Значение катализа в современной промышленной органической химии. Физико-химическая сущность каталитического действия.	3,5	—	0,5	—	1	—	—	—	2
1.2	Каталитический цикл. Классификация катализаторов. Характеристики эффективности катализатора.	5,5	—	0,5	—	2	—	—	—	3
2.	Раздел 2. Теоретические основы кислотно-основного катализа.	29	16,6	1	—	8	6,6	10	10	10
2.1	Определение кислот и оснований. Количественные характеристики кислотно-основных взаимодействий. Механизмы кислотно-основного катализа и факторы, определяющие его эффективность.	14,5	8	0,5	—	4	3	5	5	5
2.2	Нуклеофильный катализ. Электрофильный катализ. Основной катализ.	14,5	8,6	0,5	—	4	3,6	5	5	5
3.	Раздел 3. Теоретические основы действия металлокомплексных катализаторов.	33	10	1	—	12	10	—	—	20
3.1	Строение комплексов переходных металлов. Элементарные реакции в металлокомплексном катализе.	16,5	4	0,5	—	6	4	—	—	10

3.2	Классификация лигандов. Номенклатура комплексных соединений. Правило 16/18-электронов.	16,5	6	0,5	—	6	6	—	—	10
4.	Раздел 4. Механизмы реакций металлокомплексного катализа.	41	16	2	1	12	8	7	7	20
4.1	Механизмы ключевых реакций металлокомплексного катализа	20	8	1	1	6	4	3	3	10
4.2	Механизмы важнейших промышленных реакций металлокомплексного катализа	21	8	1	—	6	4	4	4	10
5.	Раздел 5. Промышленные процессы, катализируемые кислотами и основаниями.	34	10	2	—	12	10	—	—	20
5.1	Типы реакционных узлов для каталитических процессов. Особенности выбора материалов для изготовления реакторного оборудования. Утилизация катализаторов.	17	4	1	—	6	4	—	—	10
5.2	Наиболее значимые промышленные процессы	17	6	1	—	6	6	—	—	10
6.	Раздел 6. Применение металлокомплексного катализа в промышленной органической химии.	34	12	2	—	12	12	—	—	20
6.1	Общие особенности технологических процессов металлокомплексного катализа.	17	6	1	—	6	6	—	—	10
6.2	Наиболее значимые промышленные процессы	17	6	1	—	6	6	—	—	10
	ИТОГО	180	64,6	9	1	59	46,6	17	17	95
	Экзамен	36								
	ИТОГО	216								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Сущность катализа. Классификация катализаторов.

Задачи курса. История развития знаний о катализе. Определение феномена катализа. Значение катализа в современной промышленной органической химии. Физико-химическая сущность каталитического действия. Каталитический цикл. Классификация катализаторов. Характеристики эффективности катализатора.

Раздел 2. Теоретические основы кислотно-основного катализа.

Определение кислот и оснований. Количественные характеристики кислотно-основных взаимодействий. Механизмы кислотно-основного катализа и факторы, определяющие его эффективность. Нуклеофильный катализ. Электрофильный катализ. Основной катализ.

Раздел 3. Теоретические основы действия металлокомплексных катализаторов.

Строение комплексов переходных металлов. Элементарные реакции в металлокомплексном катализе. Классификация лигандов. Номенклатура комплексных соединений. Правило 16/18-электронов.

Раздел 4. Механизмы реакций металлокомплексного катализа.

Механизмы ключевых реакций металлокомплексного катализа (присоединение, диссоциация и замещение лигандов, гомолитическое присоединение, окислительное присоединение, восстановительное элиминирование, внедрение, α - и β элиминирование, внешняя нуклеофильная и электрофильная атака).

Механизмы важнейших промышленных реакций металлокомплексного катализа (гидрирование, изомеризация олефинов, олигомеризация и полимеризация олефинов, диспропорционирование, окисление, присоединение протонодонорных веществ к кратным связям, синтезы на основе окиси углерода, кросс-сочетание). Энантиоселективное гидрирование.

Раздел 5. Промышленные процессы, катализируемые кислотами и основаниями.

Типы реакционных узлов для каталитических процессов. Особенности выбора материалов для изготовления реакторного оборудования. Утилизация катализаторов.

Раздел 6. Применение металлокомплексного катализа в промышленной органической химии.

Общие особенности технологических процессов металлокомплексного катализа (конструкции реакторов; требования к конструкционным материалам; сепарация, рецикл и утилизация катализаторов). Наиболее значимые промышленные процессы (оксосинтез, карбонилирование метанола, селективное окисление этилена в ацетальдегид, окисление циклогексана, эпоксидирование олефинов, олигомеризация этилена, энантиоселективное гидрирование).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6
	Знать:						
1	– основные теоретические концепции катализа;	+	+	+	+	+	+
2	– физико-химическую сущность различных типов гомогенного катализа химических реакций;	+	+	+	+	+	+
3	особенности кинетики гомогенно-каталитических органических реакций;	+	+	+	+	+	+
	Уметь:						
4	– выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций;	+	+	+	+	+	+
5	– выбирать наиболее эффективные типы катализаторов для различных органических реакций;	+	+	+	+	+	+
6	– выбирать технологическое оформление гомогенно-каталитических процессов промышленной органической химии;	+	+	+	+	+	+
	Владеть:						
7	– методами оценки эффективности каталитических систем;	+	+	+	+	+	+
8	– научными основами создания и исследования катализаторов и каталитических процессов;	+	+	+	+	+	+
9	– методами исследования кинетики гомогенных, в том числе гомогенно-каталитических, органических реакций	+	+	+	+	+	+
10	– методами утилизации отработанных катализаторов;	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения :							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
11	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов		+	+	+	+

12	решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+	+	+	
13		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+	+	+	+	+	
14	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.		+	+	+	+	+
15		ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергоносителей, производства и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+	+
16		ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.		+	+	+	+	+

17	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.					+	+
18		ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.				+	+	+
19		ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.		+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. – Определение феномена катализа. Значение металлокомплексного катализа в современной промышленной органической химии. Сравнительная характеристика металлокомплексного катализа с другими типами катализа.	1
2	1	Практическое занятие 2. – Каталитический цикл. Классификация катализаторов. Характеристики эффективности катализатора.	2
3	2	Практическое занятие 1. – Определение кислот и оснований. Протонные и апротонные кислоты. – Количественные характеристики кислотно-основных взаимодействий.	1
3	2	Практическое занятие 2. – Функция кислотности. Суперкислоты и супероснования. – Механизмы кислотно-основного катализа и факторы, определяющие его эффективность.	1
4	2	Практическое занятие 3. – Нуклеофильный катализ.	2
5	2	Практическое занятие 4. – Электрофильный катализ.	2
6	2	Практическое занятие 5. – Основной катализ.	2
7	3	Практическое занятие 1. – Строение комплексов переходных металлов. Элементарные реакции в металлокомплексном катализе.	6
8	3	Практическое занятие 2 – Классификация лигандов. – Номенклатура комплексных соединений. Правило 16/18-электронов.	6
9	4	Практическое занятие 1. – Механизмы ключевых реакций (присоединение, диссоциация и замещение лигандов, гомолитическое присоединение, окислительное присоединение, восстановительное элиминирование, внедрение, α - и β -элиминирование, внешняя нуклеофильная и электрофильная атака).	6
10	4	Практическое занятие 2	6

		<ul style="list-style-type: none"> – Механизмы основных каталитических реакций (гидрирование, изомеризация олефинов, олигомеризация и полимеризация олефинов, диспропорционирование, окисление, присоединение протонодонорных веществ к кратным связям, синтезы на основе окиси углерода, кросс-сочетание). – Энантиоселективное гидрирование. 	
11	5	<p>Практическое занятие 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Промышленные процессы основного органического и нефтехимического синтеза, катализируемые кислотами и основаниями. 	6
12	5	<p>Практическое занятие 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Типы реакционных узлов для каталитических процессов. – Особенности выбора материалов для изготовления реакторного оборудования 	6
13	6	<p>Практическое занятие 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Общие особенности технологических процессов металлокомплексного катализа (конструкции реакторов; требования к конструкционным материалам; сепарация, рецикл и утилизация катализаторов). 	6
14	6	<p>Практическое занятие 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Наиболее значимые промышленные процессы (оксосинтез, карбонилирование метанола, селективное окисление этилена в ацетальдегид, окисление циклогексана, эпоксидирование олефинов, олигомеризация этилена, энантиоселективное гидрирование); 	6

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза*», а также дает знания об основах кинетических исследований гомогенно-каталитических реакций, в частности реакций кислотно-основного и металлокомплексного катализа

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 24 балла (максимально по 12 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2	Кинетика реакций кислотно-основного катализа	10
2	4	Кинетика металлокомплексного катализа	7

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и

предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзамена (1 семестр), зачёта (2 семестр) и лабораторного практикума (2 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 24 балла) и итогового контроля в форме *экзамена* (1 семестр, максимальная оценка 40 баллов) и *зачёта с оценкой* (2 семестр, максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине *«Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза»* не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 5 контрольных работ. Максимальная оценка за контрольные работы 1–3 (1 семестр) составляет по 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы 4 и 5 (2 семестр) составляет 36 баллов, по 18 баллов за каждую работу. 24 балла отводятся на лабораторные работы.

Раздел 1.

Максимальная оценка за контрольную работу – 20 баллов. Контрольная работа состоит из 6 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопрос 1 из нижеприведенного перечня) – 2 балл. Максимальная оценка за второй вопрос (вопрос 2 из нижеприведенного перечня) – 2 балл. Максимальная оценка за третий вопрос (вопрос 3 из нижеприведенного перечня) – 2 балл. Максимальная оценка за четвёртый вопрос (вопрос 4 из нижеприведенного перечня) – 4 балл. Максимальная оценка за пятый вопрос (вопрос 5 из нижеприведенного перечня) – 6 баллов. Максимальная оценка за шестой вопрос (вопрос 6 из нижеприведенного перечня) – 4 балла.

1. Дать полное определение катализатора.
2. Какие гетерогенные катализаторы называют массивными, нанесенными и иммобилизованными.
3. Классифицировать, как гомогенный или гетерогенный катализатор водный раствор HCl в реакции рацемизации D-глюкозы.
4. Объяснить почему гетерогенный катализ предпочтительнее для промышленных процессов.

5. Дать определение степени конверсии. Описать и проиллюстрировать на примерах три способа измерения активности катализаторов.
6. Как изменится положение равновесия реакции $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HOOCCH}_3 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OOCCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$; при добавлении катализатора - толуолсульфокислоты?

Раздел 2.

Максимальная оценка за контрольную работу – 20 баллов. Контрольная работа состоит из 4 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопрос 1 из нижеприведенного перечня) – 2 балла. Максимальная оценка за второй вопрос (вопрос 2 из нижеприведенного перечня) – 4 балла. Максимальная оценка за третий вопрос (вопрос 3 из нижеприведенного перечня) – 7 баллов. Максимальная оценка за четвёртый вопрос (вопрос 4 из нижеприведенного перечня) – 7 баллов.

1. Дать определения кислот и оснований согласно концепциям Бренстеда и Льюиса. Что общего и в чем различие? Привести по три примера кислот и оснований Бренстеда и Льюиса.
2. Рассчитать константу протолитического равновесия:
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
3. Классифицировать как жесткие и мягкие следующие кислоты и основания:
 Hg^{2+} ; H^+ ; I^- ; F^- . Объяснить свое решение.
4. Чем характеризуется специфический кислотный катализ? В каких случаях он наблюдается? Объяснить (вывести уравнение) связь кинетики протекания следующей реакции: $\text{R} \rightarrow \text{P}$ с функцией кислотности среды при специфическом кислотном катализе.

Раздел 3-4.

Максимальная оценка за контрольную работу – 20 баллов. Контрольная работа состоит из 3-х вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопрос 1 из нижеприведенного перечня) – 5 балла. Максимальная оценка за второй вопрос (вопрос 2 из нижеприведенного перечня) – 7 балла. Максимальная оценка за третий вопрос (вопрос 3 из нижеприведенного перечня) – 8 баллов.

1. Рассчитать степень окисления металла и количество валентных электронов в комплексах:
 $[\text{Pt}(\text{SnCl}_3)_5]^{3-}$; $[(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2\text{Fe}]$
2. К какому типу относится следующая реакция; Какова степень окисления металла?; меняется ли, и как, степень окисления металла:
 $[\text{Co}(\text{H})_2(\text{P}(\text{OCH}_3)_3)_2]^+ \rightarrow [\text{Co}(\text{P}(\text{OCH}_3)_3)_2]^+ + \text{H}_2$
3. Реакция окислительного присоединения. Дать определение и привести механизм, условия протекания, особенности реакции. Объяснить и проиллюстрировать примерами влияние на активность катализатора: а) природы центрального атома; б) донорно-акцепторных свойств лигандов.

Раздел 5.

Максимальная оценка за контрольную работу – 18 баллов. Контрольная работа состоит из 3 вопросов. Максимальная оценка за первый вопрос (вопрос 1 из нижеприведенного перечня) – 4 балла. Максимальная оценка за второй вопрос (вопрос 2 из нижеприведенного перечня) – 5 балла. Максимальная оценка за третий вопрос (вопрос 3 из нижеприведенного перечня) – 9 баллов.

1. Какие кислоты используют в качестве гомогенных катализаторов в промышленных процессах этерификации? Привести механизм катализа.
2. В каких случаях целесообразно возвращать катализатор на рецикл? Привести 1-2 примера промышленных процессов.

3. Получение хлорбензола: уравнение реакции; используемые катализаторы; механизм катализа; тип и описание функционирования реакционного узла для непрерывного процесса (с объяснениями причин способа применения катализатора, последовательности ввода реагентов, удаления продуктов и пр. особенностей данного процесса); способ утилизации катализатора (объяснить, почему используют именно такой способ утилизации).

Раздел 6.

Максимальная оценка за контрольную работу – 18 баллов. Контрольная работа состоит из 2-х вопросов. Максимальная оценка за каждый вопрос – 9 баллов. Примеры вопросов:

1. Процесс: Эпоксидирование пропилена гидропероксидом этилбензола. Написать общее уравнение реакции. Привести механизм катализа (каталитический цикл) с участием комплекса $[L_n(Mo^{VI}=O)\square]$, (где \square - вакантное место в координационной сфере). Привести принципиальную технологическую схему процесса, и описать ее работу. Регенерировать или не регенерировать катализатор: как и почему? Какой образуется основной побочный продукт, и по какой реакции? Какими приемами снижают выход побочного продукта?
2. Предложить технологическую цепочку промышленного получения фракции первичных альдегидов с **четным количеством атомов углерода** $C_{14}-C_{18}$. Исходное сырье – этилен. Привести уравнения химических реакций и используемые металлокомплексные катализаторы.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).

Максимальная оценка – 40 баллов.

1. Объяснить, почему при димеризации этилена, катализируемой комплексами никеля $[HNiCl(PPh_3)_3]$ практически не образуется 2-бутен? Привести механизмы реакций.
2. Предложить технологическую цепочку промышленного получения фракции первичных альдегидов с **четным количеством атомов углерода** $C_{14}-C_{18}$. Исходное сырье – этилен. Привести уравнения химических реакций и используемые катализаторы. Привести каталитический цикл одной из технологических стадий.
3. Увеличение избытка PPh_3 к катализатору Уилкинсона $[RhCl(PPh_3)_3]$ приводит к снижению скорости гидрирования пропилена. Дать объяснение этому явлению. Привести механизм реакции.
4. Предложить технологическую цепочку получения нитрила ундекановой кислоты из олеиновой кислоты $(CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH)$. (привести брутто-уравнения реакций и используемые катализаторы). Привести каталитический цикл одной из технологических стадий.
5. Выберите состав комплекса (общая формула $[HM(CO)L_3]$, наиболее эффективный в реакции изомеризации α -олефинов, из возможных комбинаций центрального атома ($M = Co^{+1}$ или Ir^{+1}) и лигандов ($L = P(CH_3)_3$ или PPh_3). Объясните свое решение. Приведите механизм.
6. Предложить цепочку химических реакций, по которой можно получить н-масляную кислоту имея в качестве сырья только этилен, CO и воду? (привести брутто-уравнения реакций и используемые катализаторы). Привести каталитический цикл одной из технологических стадий.
7. Тетраметилэтилен не вступает в реакцию гидроформилирования в присутствии $[HRh(CO)(PPh_3)_3]$, но вступает в эту реакцию при катализе $[HCo(CO)_4]$ давая в качестве продукта 3,4-диметилрентаналь. Объяснить различие в каталитической активности комплексов. Привести механизм реакций.
8. Как в две стадии можно получить ундекановую кислоту исходя из олеиновой кислоты

$(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH})$? Привести уравнения химических реакций и используемые катализаторы. Привести каталитический цикл одной из технологических стадий.

9. Сравнить механизм и силу транс-влияния следующих лигандов: R^- , CO , Cl^- . Дать объяснение своему решению.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для (1 семестр)

Экзамен по дисциплине «Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза» включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, относящихся к разным разделам курса. Вопросы билета предусматривают развернутые ответы студента по достаточно объемной тематике. Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются исходя из 40 баллов, вопрос 1 билета – 15 баллов, вопрос 2 билета – 25 баллов.

Пример экзаменационного билета:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОО и НХС _____ Р. А. Козловский «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза
	18.04.01 Химическая технология Программа «Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»
	Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза
<p align="center"><u>Билет № 1</u></p> <p>1. Тетраметилэтилен не вступает в реакцию гидроформилирования в присутствии $[\text{HRh}(\text{CO})(\text{PPh}_3)_3]$, но вступает в эту реакцию при катализе $[\text{HCo}(\text{CO})_4]$ давая в качестве продукта 3,4-диметилрентаналь. Объяснить различие в каталитической активности комплексов. Привести механизм реакций.</p> <p>2. Как в две стадии можно получить ундекановую кислоту исходя из олеиновой кислоты $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH})$? Привести уравнения химических реакций и используемые катализаторы. Привести каталитический цикл одной из технологических стадий.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

- Н.Н.Лебедев, М.Н.Манаков, В.Ф.Швец, Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза М., Химия, 1984, 376 с.
- Н.Н.Лебедев, Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза, М., Химия, 1988, 592 с.
- Г.Хенрици-Оливэ, С.Оливэ, Координация и катализ, М., Мир, 1980, 424 с.

Б. Дополнительная литература

- Б.Лич, Катализ в промышленности, 1 и 2 том, М., Мир, 1986, 328 и 296 с.
- Б.Гейтс, Дж.Кетцир, Г.Шуйт, Химия каталитических процессов, М., Мир, 1981, 552 с.
- Курсы повышения квалификации по катализаторам и каталитическим процессам,

сборник лекций, Новосибирск, Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, 2002.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия химия и химическая технология, ISSN 0203-607X
- Известия Академии наук. Серия химическая, ISSN 1066-5285
- Катализ в промышленности, ISSN 1816-0387
- Химическая промышленность сегодня, ISSN 0023-110X
- Кинетика и катализ, ISSN 0453-8811
- Applied Catalysis A: General, ISSN 0926-860X
- Catalysis Letters ISSN 1011-372X
- Organic Process Research & Development, ISSN 1083-6160

Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.

Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 6, (общее число слайдов – 250);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 30).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной

литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации и комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов промышленных катализаторов и продукции нефтепереработки и нефтехимии; наборы продукции промышленных предприятий; плакаты типовых постеров НИР.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные программными средствами и периферийными устройствами для ввода (клавиатуры, мыши и др.), вывода (мониторы, принтеры, проекторы и др.), хранения и передачи данных (разъемы USB, гнезда для SD-карт и др.), сетевыми (маршрутизаторы, сетевые адаптеры и др.) и специализированными устройствами для выполнения конкретных задач (сканеры, веб-камеры и др.).

Локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Полный перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
2.	CAS SciFinder Discovery Platform	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на ресурс: https://scifinder-n.cas.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.
3.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.);

			2025 г. (бессрочно)
4.	Questel. База данных Orbit Premium edition	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.</p>	Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала.
5.	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022.г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.
6.	World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883 С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 Ссылка на сайт – https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона,

			которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 – 2025 гг.
7.	Электронные ресурсы Springer Nature_	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам: Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan. Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии. Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
8.	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering

			Package на платформе: https://www.nature.com
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
9.	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
10.	База данных 2021, 2023 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.
11.	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания.

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Глубина доступа: 1929-1998 гг.
12.	Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 – бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	AIPP E-Book Collection I + Collection I – база данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных книг (монографий) издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др. Глубина доступа: 2020-2022 гг.
13.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2000-2021 гг. (до 01.06.2025 г.); 2022 - 2025 гг.
14.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др. Глубина доступа: 2004-2022 гг.
15.	EBSCO eBook	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708 Бессрочно	EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает

		Ссылка на сайт – https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.	широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языкознание и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.
16.	Научные журналы РАН	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. № 1080 Бессрочно Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность – физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов, опубликованных с 1994 г. по настоящее время.
 - Полные тексты российских патентных документов из трех последних официальных бюллетеней.
12. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий.
Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>
13. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.
В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области

естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.

Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>

14. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин.

Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.

Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>

15. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.

Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.

Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>

Ссылка на раздел Open access:

<https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>

16. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.

Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>

17. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.

Ссылка на ресурс:

<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>

Ссылка на раздел Open access:

<https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
2.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
3.	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21	бессрочная

			"Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	
4.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	Бессрочная
6.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
10.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	—	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
11.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение. Сущность катализа. Классификация катализаторов.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> — основные теоретические концепции катализа; — физико-химическую сущность различных типов гомогенного катализа химических реакций; 	<p>Оценка за контрольную работу № 1.</p> <p>Оценка за экзамен</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – особенности кинетики гомогеннокаталитических органических реакций; – классификацию катализаторов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций; – выбирать наиболее эффективные типы катализаторов для различных органических реакций; – выбирать технологическое оформление гомогеннокаталитических процессов промышленной органической химии. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами оценки эффективности каталитических систем; – научными основами создания и исследования катализаторов и каталитических процессов; – методами исследования кинетики гомогенных, в том числе гомогеннокаталитических, органических реакций – методами утилизации отработанных катализаторов. 	(1 семестр).
Раздел 2. Теоретические основы кислотно-основного катализа.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные теоретические концепции катализа; – физико-химическую сущность различных типов гомогенного катализа химических реакций; – особенности кинетики гомогеннокаталитических органических реакций; – классификацию катализаторов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций; – выбирать наиболее эффективные типы катализаторов для различных органических реакций; – выбирать технологическое оформление гомогеннокаталитических процессов промышленной органической химии. 	<p>Оценка за контрольную работу № 2.</p> <p>Оценка за лабораторную работу № 1.</p> <p>Оценка за экзамен (1 семестр).</p>

	<p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами оценки эффективности каталитических систем; – научными основами создания и исследования катализаторов и каталитических процессов; – методами исследования кинетики гомогенных, в том числе гомогеннокаталитических, органических реакций; – методами утилизации отработанных катализаторов. 	
<p>Раздел 3. Теоретические основы действия металлокомплексных катализаторов.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные теоретические концепции катализа; – физико-химическую сущность различных типов гомогенного катализа химических реакций; – особенности кинетики гомогеннокаталитических органических реакций; – классификацию катализаторов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций; – выбирать наиболее эффективные типы катализаторов для различных органических реакций; – выбирать технологическое оформление гомогеннокаталитических процессов промышленной органической химии. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами оценки эффективности каталитических систем; – научными основами создания и исследования катализаторов и каталитических процессов; – методами исследования кинетики гомогенных, в том числе гомогеннокаталитических, органических реакций; – методами утилизации отработанных катализаторов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3.</p> <p>Оценка за экзамен (1 семестр).</p>
<p>Раздел 4. Механизмы реакций металлокомплексного катализа</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные теоретические концепции катализа; – физико-химическую сущность различных типов гомогенного 	<p>Оценка за контрольную работу № 3.</p> <p>Оценка за экзамен</p>

	<p>катализа химических реакций;</p> <ul style="list-style-type: none"> – особенности кинетики гомогеннокаталитических органических реакций; – классификацию катализаторов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций; – выбирать наиболее эффективные типы катализаторов для различных органических реакций; – выбирать технологическое оформление гомогеннокаталитических процессов промышленной органической химии. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами оценки эффективности каталитических систем; – научными основами создания и исследования катализаторов и каталитических процессов; – методами исследования кинетики гомогенных, в том числе гомогеннокаталитических, органических реакций; – методами утилизации отработанных катализаторов. 	(1 семестр).
Раздел 5. Промышленные процессы, катализируемые кислотами и основаниями.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные теоретические концепции катализа; – физико-химическую сущность различных типов гомогенного катализа химических реакций; – особенности кинетики гомогеннокаталитических органических реакций; – классификацию катализаторов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций; – выбирать наиболее эффективные типы катализаторов для различных органических реакций; – выбирать технологическое оформление гомогеннокаталитических процессов промышленной 	<p>Оценка за контрольную работу № 4.</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр).</p>

	<p>органической химии.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами оценки эффективности каталитических систем; – научными основами создания и исследования катализаторов и каталитических процессов; – методами исследования кинетики гомогенных, в том числе гомогеннокаталитических, органических реакций; – методами утилизации отработанных катализаторов. 	
<p>Раздел 6. Применение металлокомплексного катализа в промышленной органической химии.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные теоретические концепции катализа; – физико-химическую сущность различных типов гомогенного катализа химических реакций; – особенности кинетики гомогеннокаталитических органических реакций; – классификацию катализаторов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций; – выбирать наиболее эффективные типы катализаторов для различных органических реакций; – выбирать технологическое оформление гомогеннокаталитических процессов промышленной органической химии. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами оценки эффективности каталитических систем; – научными основами создания и исследования катализаторов и каталитических процессов; – методами исследования кинетики гомогенных, в том числе гомогеннокаталитических, органических реакций; – методами утилизации отработанных катализаторов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 5.</p> <p>Оценка за лабораторную работу № 2.</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр).</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза»

основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Технология продуктов основного органического
и нефтехимического синтеза»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных
материалов»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза И.А. Козловским

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза «16» мая 2025 г., протокол № 10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза»** относится к Модулю *F. Технология основного органического и нефтехимического синтеза* элективных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана (Б1.В.ДЭ.01.02.02). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии и технологии органических веществ.

Цель дисциплины – углубление знаний студентов о технологиях продуктов основного органического и нефтехимического синтеза.

Основными задачами дисциплины являются ознакомление студентов с основными промышленными методами производства крупнотоннажных органических продуктов и их технологиями; развитие у студентов способности к оценке альтернативных способов производства органических веществ и выбора из них оптимального способа по технико-экономическим и экологическим критериям; развитие у студентов навыков выбора основного реакционного оборудования и оборудования для выделения целевого продукта заданного качества из реакционной смеси; закрепление у студентов навыков самостоятельного построения по правилам ЕСКД полных технологических схем производства органических веществ, включающих основные элементы автоматизации, на основе химизма процесса и условий его осуществления, физико-химических свойств исходных веществ и получаемых продуктов.

Дисциплина **«Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	ПК-3. Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	ПК-3.1 Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.
			ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов	
			ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового,	Химическое, химико-технологическое	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления

теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	производство. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	органических химических продуктов и углеродных материалов.	подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.). Обобщенные трудовые функции: В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.
			ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергоносителей, производства и использования органических химических продуктов и углеродных материалов. ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	
Управление процессами планирования и организации фундаментальных и прикладных работ	Химическое, химико-технологическое производство. Сквозные виды	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта,

поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, оптимизации технологических параметров производства, выполнения комплекса работ по разработке технологической документации.	профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства продуктов основного и тонкого органического синтеза и продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива).	комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.	<p>проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 40.011</p> <p>Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н.).</p> <p>Обобщенные трудовые функции:</p> <p>В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем.</p> <p>В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.</p> <p>С/02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
			ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	
			ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- технологии производства широкого спектра продуктов основного органического и нефтехимического синтеза;
- их аппаратное оформление.

Уметь:

- читать и строить принципиальные технологические схемы.

Владеть:

- навыками анализа достоинств и недостатков альтернативных технологий;
- навыками оценки направлений совершенствования существующих и перспектив.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	1,697	60	45
Лекции	0,25	9	6,75
в том числе в форме практической подготовки	0,027	1	0,75
Практические занятия (ПЗ)	1,64	59	44,25
в том числе в форме практической подготовки	1,64	59	44,25
Лабораторные работы (ЛР)	—	—	—
Самостоятельная работа	3,11	112	84
Контактная самостоятельная работа	3,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		111,6	83,7
Вид контроля:			
Зачет с оценкой	+	+	+
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Процессы производства простых эфиров	38	13	3	1	12	12	—	—	23
2.	Раздел 2. Процессы производства сложных эфиров	35	12	1	—	12	12	—	—	22
3.	Раздел 3. Процессы производства карбоновых кислот и их ангидридов	36	12	2	—	12	12	—	—	22
4.	Раздел 4. Процессы производства спиртов и гликолей	34	11	1	—	11	11	—	—	22
5.	Раздел 5. Процессы производства альдегидов и кетонов	37	12	2	—	12	12	—	—	23
	ИТОГО	180	60	9	1	59	59	—	—	112

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Процессы производства простых эфиров

Процессы β -оксиалкилирования. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства моноалкиловых и моноариловых эфиров этиленгликоля.

Процессы окисления и эпоксидирования олефинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства оксидов этилена и пропилена, оксидов стирола, α -олефинов C_{12} - C_{16} и глицидола.

Процессы О-алкилирования. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства анизола и метил-трет-алкиловых эфиров.

Раздел 2. Процессы производства сложных эфиров

Процессы этерификации. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства сложных эфиров алифатических спиртов и карбоновых кислот.

Процессы винилирования и окислительного сочетания. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства винилацетата.

Процессы β -оксиалкилирования карбоновых кислот и их ангидридов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства моно- и диацетатов уксусной кислоты.

Процессы карбоксилирования спиртов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства метил- и этилформиатов.

Раздел 3. Процессы производства карбоновых кислот и их ангидридов

Процессы окисления парафинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства уксусной кислоты и алифатических кислот C_7 - C_{20} .

Процессы окисления нафтендов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства дикарбоновых кислот.

Процессы окисления ароматических соединений. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства фталевого и малеинового ангидридов, бензойной и терефталевой кислоты и её диметилового эфира.

Процессы окисления ацетальдегида. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства уксусной кислоты и уксусного ангидрида.

Процессы дегидратации уксусной кислоты. Научные основы и технологии производства уксусного ангидрида.

Раздел 4. Процессы производства спиртов и гликолей

Процессы гидратации олефинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства спиртов C_2 - C_4 .

Процессы гидратации α -оксидов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов производства этилен- и пропиленгликолей.

Процессы гидрирования карбоновых кислот и их сложных эфиров. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства спиртов C_{10} - C_{18} .

Процессы гидрирования оксида углерода. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства метанола.

Процессы гидрирования альдегидов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства бутанола.

Раздел 5. Процессы производства альдегидов и кетонов

Процессы дегидрирования, окисления и окислительного дегидрирования спиртов.

Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства формальдегида и ацетальдегида.

Процессы гидроформилирования олефинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства масляного альдегида.

Процессы окисления олефинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства ацетальдегида и акролеина.

Процессы разложения гидропероксида кумола. Научные основы, типы реакционных узлов и технологии производства фенола и ацетона.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:						
1	–	технологии производства широкого спектра продуктов основного органического и нефтехимического синтеза;	+	+	+	+	+
2	–	их аппаратное оформление.	+	+	+	+	+
	Уметь:						
3	–	читать и строить принципиальные технологические схемы.	+	+	+	+	+
	Владеть:						
5	–	навыками анализа достоинств и недостатков альтернативных технологий;	+	+	+	+	+
6	–	навыками оценки направлений совершенствования существующих и перспектив.	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
7	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности	+	+	+	+	+
8		ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	+	+	+	+	+
9		ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	+	+	+	+	+

10	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	ПК-4.1. Знает научные основы технологий глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+
11		ПК-4.2. Умеет планировать и осуществлять поисковые работы для разработки новых методов глубокой переработки природных энергоносителей, производства и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+
12		ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+
13	ПК-5. Способен выбирать исследовательское и технологическое оборудование, осуществлять комплексный анализ и оптимизировать параметры процессов для глубокой переработки природных энергоносителей, производства и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	ПК-5.1. Знает принципы функционирования и характеристики исследовательского и технологического оборудования, современные требования к параметрам и показателям технологических процессов и характеристикам получаемых продуктов в области переработки природных энергоносителей, органического синтеза и производства углеродных материалов.	+	+	+	+	+
14		ПК-5.2. Умеет подбирать оборудование и оптимизировать условия процессов получения и использования органических химических продуктов и углеродных материалов.	+	+	+	+	+
15		ПК-5.3. Владеет методами расчета технологического оборудования и методами получения, исследования и применения органических химических продуктов и углеродных материалов с заданными свойствами.	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Процессы β -оксиалкилирования	4
2		Процессы окисления и эпоксилирования олефинов	4
3		Процессы О-алкилирования	4
4	2	Процессы этерификации	3
5		Процессы винилирования и окислительного сочетания	3
6		Процессы β -оксиалкилирования карбоновых кислот и их ангидридов	3
7		Процессы карбоксилирования спиртов	3
8	3	Процессы окисления парафинов	3
9		Процессы окисления нафтен	2
10		Процессы окисления ароматических соединений	2
11		Процессы окисления ацетальдегида	2
12		Процессы дегидратации уксусной кислоты	3
13	4	Процессы гидратации олефинов	2
14		Процессы гидратации α -оксидов	2
15		Процессы гидрирования карбоновых кислот и их сложных эфиров	3
16		Процессы гидрирования оксида углерода	2
17		Процессы гидрирования альдегидов	2
18	5	Процессы дегидрирования, окисления и окислительного дегидрирования спиртов	3
19		Процессы гидроформилирования олефинов	3
20		Процессы окисления олефинов	3
21		Процессы разложения гидропероксида кумола	3

6.2. Лабораторные занятия

Проведение лабораторных занятий по дисциплине «*Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза*» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче зачет с оценкой по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения,

предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Итоговая оценка за освоение дисциплины (зачет с оценкой, максимальная – 100 баллов) выставляется студенту по итогам 5 индивидуальных заданий, проводимых по окончании изучения разделов (каждое индивидуальное задание – 12 баллов максимально) и сдачи итогового зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине *«Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза»* не предусмотрена.

8.2. Примеры индивидуальных заданий для текущего контроля освоения дисциплины

Максимальная оценка за каждое индивидуальное задание – 12 баллов.

Пояснительная записка к технологической схеме должна содержать:

- а) Уравнения основной (основных) и побочных реакций;
- б) Физико-химические свойства всех веществ, участвующих в процессе;
- в) Условия проведения процесса и их обоснование: агрегатное состояние реагентов; тип и агрегатное состояние катализатора (если он есть); температура; давление; соотношение реагентов;
- г) Обоснование выбора типа реактора

Раздел 1.

Предложить полную технологическую схему производства оксида этилена (окислитель – кислород) по правилам ЕСКД со всеми элементами автоматизации

Раздел 2.

Предложить полную технологическую схему производства бутилацетата по правилам ЕСКД со всеми элементами автоматизации

Раздел 3.

Предложить полную технологическую схему совместного производства фталевого и малеинового ангидридов по правилам ЕСКД со всеми элементами автоматизации

Раздел 4.

Предложить полную технологическую схему производства трет-бутилового спирта по правилам ЕСКД со всеми элементами автоматизации

Раздел 5.

Предложить полную технологическую схему производства бутаналя гидроформилированием пропилена (катализатор – комплекс кобальта) по правилам ЕСКД со всеми элементами автоматизации

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

Максимальная оценка – 40 баллов.

1. Технология получения уксусной кислоты окислением н-бутана.
2. Технология получения уксусной кислоты окислением н-бутана легкой фракции прямогонного бензина.
3. Технология получения синтетических жирных кислот окислением твердых парафинов фракции C₂₀-C₄₀

4. Технология получения адипиновой кислоты окислением циклогексана
5. Технология получения бензойной кислоты окислением толуола
6. Технология получения диметилтерефталата из п-ксилола
7. Технология получения до терефталевой кислоты окислением п-ксилола в среде уксусной кислоты
8. Технология получения фталевого ангидрида окислением нафталина
9. Технология получения фталевого и малеинового ангидридов окислением о-ксилола
10. Технология получения малеинового ангидрида окислением бензола
11. Технология получения уксусной кислоты окислением ацетальдегида
12. Технология получения уксусной кислоты и уксусного ангидрида (с азеотропообразователем)
13. Технология получения уксусной кислоты и уксусного ангидрида (без азеотропообразователя)
14. Технология получения уксусного ангидрида межмолекулярной дегидратацией уксусной кислоты
15. Технология получения уксусного ангидрида дегидратацией уксусной кислоты (через кетен)
16. Технология получения уксусной кислоты карбонилированием метанола
17. Газофазная технология получения изопропанола.
18. Жидкофазная технология получения изопропанола.
19. Технология получения трет-бутанол.
20. Некаталитическая технология получения этиленгликоля
21. Некаталитическая технология получения пропиленгликоля
22. Каталитическая технология получения этиленгликоля
23. Технология получения 2-этилгексаноля
24. Технология получения высших жирных спиртов $C_{10}-C_{18}$ из кислот
25. Технология получения высших жирных спиртов $C_{10}-C_{18}$ из сложных эфиров.
26. Технология получения метанола при высоком давлении.
27. Технология получения метанола при низком давлении.
28. Технология получения формальдегида окислительным дегидрированием метанола
29. Технология получения формальдегида окислением метанола.
30. Технология получения ацетальдегида окислением этилена
31. Технология получения ацетальдегида окислительным дегидрированием этанола.
32. Технология получения ацетальдегида дегидрированием этанола.
33. Технология получения фенола и ацетона кумольным методом
34. Технология получения ацетона дегидрированием изопропилового спирта.
35. Технология получения масляных альдегидов гидроформилированием пропилена на кобальтовом немодифицированном катализаторе.
36. Технология получения масляных альдегидов гидроформилированием пропилена на родиевом модифицированном катализаторе
37. Технология получения масляных альдегидов гидроформилированием пропилена в присутствии водорастворимого родиевого комплекса.
38. Технология получения метилкарбитола
39. Технология получения метилцеллозольва
40. Технология получения этилцеллозольва
41. Технология получения этилкарбитола
42. Технология получения бутилкарбитола
43. Технология получения бутилцеллозольва
44. Технология получения оксида этилена
45. Технология получения оксида пропилена
46. Технология получения метилтретбутилового эфира
47. Технология получения анизол

48. Технология получения глицидола
49. Технология получения синтанола ДС-6
50. Технология получения диэтилового эфира
51. Технология получения диизопропилового эфира
52. Технология получения метилизопропилового эфира
53. Технология получения бензилацетата
54. Технология получения неонола АФ9-6
55. Технология получения винилацетата из этилена
56. Технология получения моноацетатаэтиленгликоля
57. Технология получения диацетатаэтиленгликоля
58. Технология получения изобутилацетата
59. Технология получения моноацетатапропиленгликоля
60. Технология получения этилацетата

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример билета для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «*Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза*» включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к разным разделам курса. Вопросы билета предусматривают развернутые ответы студента по обозначенной тематике. Ответы на вопросы билета для зачета с оценкой оцениваются исходя из 40 баллов, по 20 баллов за вопрос.

Пример билета для зачета с оценкой:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТОО и НХС _____ Р. А. Козловский «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза
	18.04.01 Химическая технология
	Программа «Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»
Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза	
Билет № 1	
Предложить полные технологические схемы производств со всеми элементами автоматизации, выполненные по правилам ЕСКД, следующих продуктов:	
1. Метил-трет-бутилового эфира.	
2. Бутанола (из пропилен). Катализатор – водорастворимый комплекс родия.	
Примечание:	
Пояснения к каждой технологической схеме должны содержать:	
а) Уравнения основной (основных) и побочных реакций;	
б) Физико-химические свойства всех веществ, участвующих в процессе;	
в) Условия проведения процесса: агрегатное состояние реагентов; тип и агрегатное состояние катализатора (если он есть); температура; давление; соотношение реагентов; и их обоснование.	
г) Обоснование выбора типа реактора.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Н.Н.Лебедев. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988 – 592 с.
2. В.С.Тимофеев, Л.А.Серафимов. Принципы технологии основного органического синтеза. М.: Высшая школа, 2003 – 536 с.
3. Н.А.Платэ, Е.В.Сливинский. Основы химии и технологии мономеров: Учеб. Пособие. М.: Наука: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002 – 696 с.

Б. Дополнительная литература

1. Справочник нефтехимика т.2 Под ред. С.К.Огородникова Л.: Химия, 1978 – 592 с.
2. Н.Н.Лебедев, М.Н.Манакон, В.Ф.Швец. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1984 – 376 с.
3. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology (5th ed.), 2007.
4. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry v. A,B,C, 2007
5. Новые процессы органического синтеза. Под ред. проф. С.П.Черных М.: Химия, 1989 – 400 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Н «Технология органических веществ» ISSN 0203-6126;
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия П «Химия и переработка горючих полезных ископаемых и природных газов» ISSN 0203-6169;
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Ж «Органическая химия» ISSN 0203-6088;
- «Нефтехимия», ISSN 0028-2421
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618
- «Химическая технология» ISSN 1684-5811
- «Chemical Engineering Transactions» ISSN 2283-9216
- «Organic Process Research & Development», ISSN 1083-6160

Политематическая база данных PASCAL (Франция).

Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com

Ресурсы Springer: www.springerlink.com

Ресурсы American Chemical Society: www.acs.org

Ресурсы Royal Society of Chemistry: www.rsc.org

Ресурсы US patent and trademark office: <http://patft.uspto.gov>

Ресурсы European patent office: <https://worldwide.espacenet.com>

Ресурсы ФИПС: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Презентации и комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов промышленных катализаторов и продукции нефтепереработки и нефтехимии; наборы продукции промышленных предприятий; плакаты типовых постеров НИР.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные программными средствами и периферийными устройствами для ввода (клавиатуры, мыши и др.), вывода (мониторы, принтеры, проекторы и др.), хранения и передачи данных (разъемы USB, гнезда для SD-карт и др.), сетевыми (маршрутизаторы, сетевые адаптеры и др.) и специализированными устройствами для выполнения конкретных задач (сканеры, веб-камеры и др.).

Локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Полный перечень ресурсов представлен в основной образовательной программе.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
2.	CAS SciFinder Discovery Platform	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на ресурс: https://scifinder-n.cas.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.
3.	Wiley Journals Database	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely	John Wiley & Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение. Глубина доступа: 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.);

			2025 г. (бессрочно)
4.	Questel. База данных Orbit Premium edition	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.</p>	Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала.
5.	Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403 С 01.11.2022.г. – бессрочно Ссылка на сайт – https://sk.sagepub.com/books/discipline Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.
6.	World Scientific Publishing Co Pte Ltd. База данных World Scientific Complete eJournal Collection	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883 С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 Ссылка на сайт – https://www.worldscientific.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>	World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона,

			которые объединены в группу журналов Asian Studies. Глубина доступа: 2001 – 2025 гг.
7.	Электронные ресурсы Springer Nature_	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам: Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan. Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.
		Бессрочно Ссылка на сайт- http://link.springer.com/	Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии. Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
8.	Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering

			Package на платформе: https://www.nature.com
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
9.	Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Бессрочно Ссылка на сайт – https://www.nature.com	2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/
		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.	
10.	База данных 2021, 2023 eBook Collections Springer Nature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045 Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947 Бессрочно Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний. Глубина доступа: 2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.
11.	Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945 Бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания.

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Глубина доступа: 1929-1998 гг.
12.	Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 – бессрочно Ссылка на сайт – https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	AIPP E-Book Collection I + Collection I – база данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных книг (монографий) издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др. Глубина доступа: 2020-2022 гг.
13.	Bentham Science Publishers База данных Journals	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bypublication С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук. Глубина доступа: 2000-2021 гг. (до 01.06.2025 г.) ; 2022 - 2025 гг.
14.	Bentham Science Publishers База данных eBooks	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217 Бессрочно Ссылка на сайт – https://eurekaselect.com/bybook Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др. Глубина доступа: 2004-2022 гг.
15.	EBSCO eBook	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708 Бессрочно	EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает

		Ссылка на сайт – https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.	широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языковедение и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.
16.	Научные журналы РАН	Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. № 1080 Бессрочно Ссылка на сайт – https://journals.rcsi.science/ Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996
Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005
Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999
Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010
Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995
Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998
Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997
Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011
Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейший бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность – физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов, опубликованных с 1994 г. по настоящее время.
 - Полные тексты российских патентных документов из трех последних официальных бюллетеней.
12. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий.
Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org>

- Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>
13. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.
В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.
Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>
14. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин.
Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.
Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>
15. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.
Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.
Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>
Ссылка на раздел Open access:
<https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>
16. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.
Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>
Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>
17. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.
Ссылка на ресурс:
<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>
Ссылка на раздел Open access:
<https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
2.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная

3.	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
4.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	Бессрочная
6.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word Excel Power Point Outlook	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
10.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	—	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновленную версию продукта)
11.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
-----------------------	----------------------------	----------------------------------

<p>Раздел 1. Процессы производства простых эфиров</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – технологии производства широкого спектра продуктов основного органического и нефтехимического синтеза; – их аппаратное оформление. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – читать и строить принципиальные технологические схемы. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа достоинств и недостатков альтернативных технологий; – навыками оценки направлений совершенствования существующих и перспектив. 	<p>Оценка за индивидуальное задание</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i></p>
<p>Раздел 2. Процессы производства сложных эфиров</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – технологии производства широкого спектра продуктов основного органического и нефтехимического синтеза; – их аппаратное оформление. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – читать и строить принципиальные технологические схемы. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа достоинств и недостатков альтернативных технологий; – навыками оценки направлений совершенствования существующих и перспектив. 	<p>Оценка за индивидуальное задание</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i></p>
<p>Раздел 3. Процессы производства карбоновых кислот и их ангидридов</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – технологии производства широкого спектра продуктов основного органического и нефтехимического синтеза; – их аппаратное оформление. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – читать и строить принципиальные технологические схемы. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа достоинств и недостатков альтернативных технологий; – навыками оценки направлений совершенствования существующих и перспектив. 	<p>Оценка за индивидуальное задание</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i></p>

<p>Раздел 4. Процессы производства спиртов и гликолей</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – технологии производства широкого спектра продуктов основного органического и нефтехимического синтеза; – их аппаратное оформление. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – читать и строить принципиальные технологические схемы. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа достоинств и недостатков альтернативных технологий; – навыками оценки направлений совершенствования существующих и перспектив. 	<p>Оценка за индивидуальное задание</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i></p>
<p>Раздел 5. Процессы производства альдегидов и кетонов</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – технологии производства широкого спектра продуктов основного органического и нефтехимического синтеза; – их аппаратное оформление. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – читать и строить принципиальные технологические схемы. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа достоинств и недостатков альтернативных технологий; – навыками оценки направлений совершенствования существующих и перспектив. 	<p>Оценка за индивидуальное задание</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i></p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для

обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза»

основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Технология нефтегазохимии, органического синтеза и углеродных материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Лемешев Дмитрий Олегович
Проректор по учебной работе,
Ректорат

Подписан: 24:01:2026 16:10:02