

**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
«Графоаналитические исследования солевых технологий»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для
их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена профессором кафедры Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов, доктором технических наук И.А. Почиталкиной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов

«28» апреля 2025 г., протокол № 5.

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Графоаналитические исследования солевых технологий»** относится к обязательной части (Б.1.В.05) дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основных и специальных дисциплин программы магистратуры.

Цель дисциплины – создание для обучающихся условий приобретения знаний, умений, навыков и формирование необходимых компетенций в области теории и практики промышленных процессов солевых технологий и использование их результатов для осуществления профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – ознакомление с научными основами и технологическими принципами процессов производства минеральных солей и удобрений, их номенклатурой и свойствами, развитие способностей к анализу и совершенствованию технологий на примерах рассмотрения существующих промышленных процессов, а также новых прогрессивных технологических решений по равновесным диаграммам растворимости, соответствующих водно-солевым системам, формирование у обучающихся системных знаний в области солевых технологий.

Дисциплина **«Графоаналитические исследования солевых технологий»** 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	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	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
		ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области получения и использования химических веществ и функциональных материалов	ПК-4.1 Знает физико-химические основы получения и использования химических веществ и функциональных материалов	
			ПК-4.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования химических веществ и	

			функциональны х материалов	квалификации – 6).
			ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения химических веществ и функциональны х материалов	
		ПК-5. Способен выбирать исследовательс кие приборы и технологическо е оборудование	ПК-5.1 Знает исследовательск ое и технологическо е оборудование и правила его эксплуатации	
		и оптимизироват ь параметры процесса для производства и применения химических веществ и функциональн ых материалов с заданными свойствами	ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового технологическог о процесса производства неорганических химических веществ, подбора сорбентов и катализаторов по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теоретические основы получения неорганических солей и удобрений;
- свойства и требования к качеству солевых продуктов;
- химические и кинетические закономерности процессов солевых технологий;
- основные типы и конструкции аппаратов для реализации процессов получения минеральных солей и удобрений;
- общие и технологические принципы осуществления отдельных стадий и процессов в целом;

Уметь:

- использовать методы исследования, определения и оптимизации технологических параметров изучаемых процессов;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции;
- проводить эксперименты по заданным методикам, осваивать новые методики;
- анализировать результаты экспериментов.

Владеть:

- методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;
- методами построения и оптимизации технологических схем;

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38,2
Лекции	0,48	17	12,8
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,4
Самостоятельная работа	3,58	129	96,8
Контактная самостоятельная работа	3,58	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		128,6	96,5
Виды контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	36	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. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Физико-химические основы и применение равновесных диаграмм растворимости в технологии солевых продуктов	80	-	7	-	12	-	-	-	61
1.1	Введение.	4	-	1	-	2	-	-	-	1
1.2	Принципы графического анализа процессов солевых технологий по диаграммам равновесных солевых систем.	19	-	2	-	4	-	-	-	15
1.3	Способы графического изображения многокомпонентных (3-х и более) водно-солевых систем, использование метода вторичных проекций.	19	-	2	-	2	-	-	-	15
1.4	Принципы построения на диаграммах растворимости полных технологических циклов процессов получения солей.	19		2		2				15

1.5	Определение температурно-концентрационных параметров оптимального ведения процессов, постадийный и общий расчет материальных потоков.	19		2		2				15
2.	Раздел 2. Графо-аналитические исследования процессов получения основных удобрений и солей.	136	-	10	-	24	-	-	-	96
2.1	Азотные удобрения: сульфат аммония ($\text{NH}_3\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$); нитрат аммония (аммиачная селитра, $\text{NH}_3\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$); карбамид (главные стадии) по диаграммам соответствующих систем	30	-	3	-	6	-	-	-	24
2.2	Хлорид калия из сильвинита и других руд галургическими методами ($\text{KCl-NaCl-H}_2\text{O}$, $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$); сульфат калия различными способами	30	-	3	-	6	-	-	-	24
2.3	Фосфорные удобрения: простой суперфосфат ($\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$); экстракционная фосфорная кислота ($\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$); двойной суперфосфат ($\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$)	30	-	3	-	6	-	-	-	24
2.4	Нитрат калия ($\text{KCl-NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{KCl-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$); фосфаты аммония (аммофос, диаммофос, $\text{NH}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$); нитрофосы ($\text{CaO-N}_2\text{O}_5\text{-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$); другие соли: (бора, фтора)	46		1		6				24
	ИТОГО	216		17		34				159

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физико-химические основы и применение равновесных диаграмм растворимости в технологии солевых продуктов

1.1. Введение.

1.2. Принципы графического анализа процессов солевых технологий по диаграммам равновесных солевых систем.

1.3. Способы графического изображения многокомпонентных (3-х и более) водно-солевых систем, использование метода вторичных проекций.

1.4. Принципы построения на диаграммах растворимости полных технологических циклов процессов получения солей.

1.5. Определение температурно-концентрационных параметров оптимального ведения процессов, постадийный и общий расчет материальных потоков.

Раздел 2. Графо-аналитические исследования процессов получения основных удобрений и солей

2.1. Азотные удобрения: сульфат аммония ($\text{NH}_3\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$); нитрат аммония (аммиачная селитра, $\text{NH}_3\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$); карбамид (главные стадии) по диаграммам соответствующих систем

2.2. Хлорид калия из сильвинита и других руд галургическими методами ($\text{KCl-NaCl-H}_2\text{O}$, $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$); сульфат калия различными способами

2.3. Нитрат калия ($\text{KCl-NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{KCl-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$); фосфаты аммония (аммофос, диаммофос, $\text{NH}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$); нитрофосы ($\text{CaO-N}_2\text{O}_5\text{-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$); другие соли: (бора, фтора)

2.4. Фосфорные удобрения: простой суперфосфат ($\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$); экстракционная фосфорная кислота ($\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$); двойной суперфосфат ($\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$)

2.5. Нитрат калия ($\text{KCl-NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{KCl-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$); фосфаты аммония (аммофос, диаммофос, $\text{NH}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$); нитрофосы ($\text{CaO-N}_2\text{O}_5\text{-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$); другие соли: (бора, фтора)

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		
1	– теоретические основы получения неорганических солей и удобрений;	+	+
2	— свойства и требования к качеству солевых продуктов;	+	+
3	– химические и кинетические закономерности процессов солевых технологий;	+	+
4	– основные типы и конструкции аппаратов для реализации процессов получения минеральных солей и удобрений;	+	+
5	– общие и технологические принципы осуществления отдельных стадий и процессов в целом	+	+
	Уметь:	+	+
6	– использовать методы исследования, определения и оптимизации технологических параметров изучаемых процессов;	+	+
7	– анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции;	+	+
8	– проводить эксперименты по заданным методикам, осваивать новые методики; – анализировать результаты экспериментов.	+	+
	Владеть:	+	+
9	– методами теоретического и экспериментального исследования эффективности технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;	+	+
10	– методами сравнительной оценки эффективности технологического оборудования в химической промышленности и смежных отраслях;	+	+
11	– приемами и практикой применения пакета прикладных программ для внесения конструктивных решений в типовые аппараты, функционирующие на предприятиях, в инжиниринговых компаниях и проектно-исследовательских институтах отрасли.	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения	

	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; 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;	+	+
	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	+	+
12	ПК-4. Способен самостоятельно проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области получения и использования неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-4.1.Знает физико-химические основы получения и использования химических веществ и функциональных материалов	+	+
		ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний неорганических химических веществ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ	+	+
		ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	+	+

13	ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства неорганических химических веществ, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации оборудования для их производства, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства неорганических химических веществ	+	+
		ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового технологического процесса производства неорганических химических веществ, подбора сорбентов и катализаторов по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	+	+

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. Терминология физико-химического анализа и связь с графическим изображением диаграмм	2
		Практическое занятие 2. Освоение методов графического изображения проекций двухкомпонентных водно-солевых систем.	2
		Практическое занятие 3. Освоение методов графического изображения проекций двухкомпонентных водно-солевых систем и метода вторичных проекций..	2
		Практическое занятие 4. Анализ балансовых расчетов, Освоение методов графического изображения проекций многокомпонентных водно-солевых систем.	2
		Практическое занятие 5. Освоение методов графического изображения проекций многокомпонентных водно-солевых систем и метода вторичных проекций.	2
2	2	Практическое занятие 1. Построение и анализ процессов синтеза минеральных солей на примере KCl. Определение оптимальных температурно-концентрационных условий процессов, постадийный расчет материальных потоков.	6
		Практическое занятие 2. Построение и анализ процессов синтеза азотных минеральных удобрений на примере NH_4NO_3 . Определение оптимальных температурно-концентрационных условий процессов, постадийный расчет материальных потоков.	6
		Практическое занятие 3. Построение и анализ процессов синтеза минеральных солей на примере $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; Определение оптимальных температурно-концентрационных условий процессов, постадийный расчет материальных потоков.	6
		Практическое занятие 4. Построение и анализ процессов синтеза основных минеральных удобрений на примере $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Определение оптимальных температурно-концентрационных условий процессов, постадийный расчет	6

		материальных потоков.	

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Графоаналитические исследования солевых технологий» не предусмотрен.

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 практическим занятиям и выполнению самостоятельных работ по модулям дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной технической 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 и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовка к аналитической реферативной работе и оформление реферата с использованием электронных баз: РИНЦ, Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts и пакета программ для выполнения графической части работы;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

7.1. Примеры тем рефератов (максимальная оценка 10 баллов)

1. Трехкомпонентные системы с кристаллогидратами солей.
2. Трехкомпонентные системы с двойными солями.
3. Процессы высаливания и политермической кристаллизации в трехкомпонентных системах.
4. Пространственные диаграммы четырёхкомпонентных систем.
5. Построение смежных безводной и водной проекций четырёхкомпонентных систем.
6. Изотермическое упаривание растворов (растворение солей) в четырехкомпонентных системах.
7. Четырёхкомпонентная система взаимных солей.
8. Обменное разложение солей в четырехкомпонентной взаимной системе.
9. Совмещение водных и безводных проекций на единой координатной плоскости (метод вторичных проекций).
10. Физико-химические основы и графический анализ процесса получения нитрата аммония.
11. Физико-химические основы и графический анализ процесса получения сульфата аммония.
12. Трехкомпонентные системы со смешанными кристаллами и соль-кислота с одинаковым анионом.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 25 баллов за каждую), реферата - (максимальная оценка 10 баллов) и экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (3 семестр) составляет 25 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса: первый – 5 баллов, второй и третий - по 10 баллов.

Вопрос 1.1.

1. Основные понятия и термины, характеризующие диаграммы растворимости
2. Двухкомпонентная система, какие параметры её характеризуют
3. Метод материального баланса в расчётах на диаграммах растворимости.

Вопрос 1.2.

1. Метод неизменного компонента в расчётах на диаграммах растворимости.
2. Правила соединительной прямой и рычага в графических на диаграммах растворимости.
3. Как строится процесс упаривания (растворения) и ведут себя фазы на диаграмме простой двухкомпонентной системы?

Вопрос 1.3.

1. Чем характеризуется диаграмма двухкомпонентной системы с устойчивым кристаллогидратом соли?
2. Привести пример упаривания раствора с соотношением вода:соль больше, чем в устойчивом кристаллогидрате.
3. Привести примеры охлаждения раствора с соотношением вода:соль больше и меньше, чем в устойчивом кристаллогидрате.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса: первый – 5 баллов, второй и третий - по 10 баллов.

Вопрос 2.1.

1. Изображение диаграмм простых трёхкомпонентных систем. В чём сложности построений в объёмных диаграммах.
2. Как проводится проецирование на диаграммах из объёма на грани?
3. Привести пример построения процесса упаривания в объёмной диаграмме и на ортогональной проекции трёхкомпонентной системы.

Вопрос 2.2.

1. Что необходимо иметь на диаграмме, чтобы отслеживать изменение содержания воды в трёхкомпонентной системе в процессах упаривания (растворения)?
2. Чем характеризуется графическое представление диаграмм двухкомпонентных систем с кристаллогидратом?
3. Чем характеризуется графическое представление диаграмм двухкомпонентных систем с двойной (двойными) солью?

Вопрос 2.3.

1. Что отражают построения процесса упаривания на проекции на безводном основании?
2. Дать пример упаривания раствора с соотношением солей между их соотношением в инконгруэнтной двойной соли и в растворе состава точки перехода.
3. Как графически представляется диаграмма трёхкомпонентных систем со смешанными кристаллами солей?

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).

1. Метод вторичных проекций в изображении четырёхкомпонентных систем взаимных солей.

2. Какие исходные данные надо иметь для графического построения и поэтапного расчёта процесса по заданной химической реакции?
3. Как строится линия взаимодействия исходных реагентов и находятся точки составов исходной и конечной смесей?
4. Найти состав конечной смеси при получении нитрата аммония на диаграмме системы $\text{HNO}_3 - \text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$.
5. Найти графически на диаграмме системы $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$ точку состава упаренного раствора аммиачной селитры (2% H_2O).
6. Определить графически состав смеси аммиака и серной кислоты (избыток 10%).
7. Определить графически состав конечной точки упаривания раствора сульфата аммония при его наиболее полном выделении в твёрдую фазу.
8. Определить графически количество упариваемой воды из раствора сульфата аммония при его наиболее полном выделении в твёрдую фазу.
9. Определить графически массу кристаллов сульфата аммония при его наиболее полном выделении в твёрдую фазу.
10. Определить графически на диаграмме системы $\text{NaCl-KCl-H}_2\text{O}$ состав конечной точки растворения сильвинита в воде при получении из него хлорида калия.
11. Определить графически состав маточного раствора и массу отхода хлорида натрия при растворении сильвинита в воде.
12. В чём принцип получения сульфата калия из хлорида калия и сульфата магния жидкофазным конверсионным способом?
13. Определить графически по диаграмме системы $\text{CaO-SO}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ состав суперфосфатной массы при разложении фосфата серной кислотой и степени упаривания 10%.
14. Для получения простого суперфосфата определить концентрацию фосфорной кислоты по диаграмме системы $\text{CaO-SO}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ при разложении фосфата серной кислотой и степени упаривания 10%.

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

8.3.1. Экзамен по дисциплине «Графоаналитические исследования солевых технологий» включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам: максимальная оценка за 1 и 2 вопросы - по 10 баллов, за 3 вопрос – 20 баллов. Максимальная оценка за экзамен составляет 40 баллов.

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой ТНВ и ЭП Колесников А.В. «__» _____ 2025	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов
	18.04.01 Химическая технология
	Профиль - Технология неорганических веществ Графоаналитические исследования солевых технологий
Билет № 1 1. Процессы высаливания и политермической кристаллизации в трехкомпонентных системах. 2. Совмещение водных и безводных проекций на единой координатной плоскости (метод вторичных проекций). 3. Для получения сульфата калия конверсионным способом по диаграмме системы $\text{KCl} - \text{NaNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ определить соотношение $\text{KCl}:\text{NaNO}_3$, при котором выход сульфата калия максимальный.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. И.А. Петропавловский, Б.А. Дмитриевский, Б.В. Левин, И.А. Почиталкина. Химия и технология минеральных удобрений – СПб.: Проспект науки, 2018. – 312 с.
2. И.А. Петропавловский, Б.А. Дмитриевский, Б.В. Левин, И.А. Почиталкина. Химия и технология минеральных удобрений – СПб.: Проспект науки, 2022. – 344 с.

Б. Дополнительная литература

1. М.М. Викторов Графические расчеты в технологии неорганических веществ. 3-е изд. Л.: Химия, 1972. - 276 с.
2. Ксензенко В. И., Кононова Г. Н. Теоретические основы процессов переработки галургического сырья. М.: Химия, 1982. - 328 с.
3. М.Е. Позин. «Технология минеральных удобрений и солей». Химия, 1983.
4. А.А. Соколовский, Е.Л. Яхонтова «Применение равновесных диаграмм растворимости в технологии минеральных солей». М.Химия. 1982.
5. Е.Л. Яхонтова, И.А. Петропавловский «Кислотные методы переработки фосфатного сырья». М. Химия, 1988.
6. И.М. Кувшинников. «Минеральные удобрения и соли. Свойства, способы их улучшения». М. Химия. 1982.
7. М.Е. Позин. «Расчеты по технологии неорганических веществ». М. Химия. 1976.
8. М.Е. Позин, Р.Ю. Зинюк «Физико-химические основы неорганической технологии». Л. Химия. 1985.

А также рекомендуемые преподавателем при чтении курса и с учетом интересов студента и тематики его магистерской работы.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Теоретические основы химической технологии. ISSN 0040-3571
- Theoretical Foundation of Chemical Engineering. ISSN 0040-5795
- Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
- Химическая технология. ISSN 1684-5811
- Химическая промышленность сегодня. ISSN 0023-11 ОХ
- Доклады Академии наук. ISSN 0869-5652
- Журнал физической химии. ISSN 0044-4537
- Известия вузов. Химия и химическая технология. ISSN 0579-2991
- Известия РАН. Серия химическая. ISSN 0002-3353

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет (*при необходимости*):

- www.14000.ru - Информационный сайт по системам экологического менеджмента, энерго- и ресурсоэффективным технологиям производства
- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания

-<http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
-<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://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
-<http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
-<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

№ 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 г.

Ссылка на сайт-
<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 г.

Ссылка на сайт- <https://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 от 25.04.2025 г. № 310

С 01.01.2025 г. до 30.06.2025 г.

Ссылка на сайт- <https://www.orbit.com>

Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.
Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию. 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

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 г.

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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе:
<https://www.nature.co>

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 - 2034 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.

11ю

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 31.10.2022 г. № 1404

С 01.11.2022 г. – бессрочно

Ссылка на сайт- <https://scitation.org/ebooks>

Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен

AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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.

Books – 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 Принадлежность – сторонняя
Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)

Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. 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

Бессрочно

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.

3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.

4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

5. 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.

6. 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).

7. 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. рецензирование.

8. 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.

9. 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.

10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)

http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня

11. 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>

12. 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>

13. 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>

14. 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/>

15. 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>

16. 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>

№	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 г.	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,

		Ссылка на сайт- https://scifinder-n.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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 г. Ссылка на сайт- https://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 от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	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	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 г. 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 различным 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 информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине

			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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co
		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 - 2034 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 Collectionsъ 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 ю	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 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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	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.

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	
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.	Books – 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, 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	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. г. № 1080 Бессрочно	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025 Бессрочно

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

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.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатным архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.

4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

5. 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.

6. 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).

7. 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. рецензирование.

8. 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.

9. 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.

10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня

11. 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>

12. 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>

13. 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>

14. 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/>

15. 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>

16. 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>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 7, (общее число слайдов – 280);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 75).

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 01.01.2021 г. составляет 1 716 243 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 «Графо-аналитические исследования солевых технологий» проводятся в форме лекций, практических занятий, и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.
- Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.
- Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

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

- Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.
- Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

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.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	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
5.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6.	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	бессрочная

			и конструирование в машиностроении" на 50 мест	
7.	Среда разработки Delphi	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom 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
10.	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
11.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
12.	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
13.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
14.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
15.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
16.	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

17.	Instrument Control Toolbox Classroom 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
18.	Image Processing Toolbox Classroom 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
19.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom 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
20.	System Identification Toolbox Classroom 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
21.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
22.	Statistics Toolbox Classroom 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
23.	Global Optimization Toolbox Classroom 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
24.	Partial Differential Equation Classroom 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
25.	Optimization Toolbox Classroom 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
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия	Контракт	13 лицензий для	бессрочная

	OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	№ 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	активации на рабочих станциях	
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 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 обновлённую версию продукта)
34.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025

36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41.	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. Физико-химические основы и применение равновесных диаграмм растворимости в технологии солевых продуктов.	<i>Знает:</i> – теоретические основы получения неорганических солей и удобрений; – свойства и требования к качеству солевых продуктов; – химические и кинетические закономерности процессов солевых технологий; – основные типы и конструкции аппаратов для реализации процессов получения минеральных солей и	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (3 семестр)

	удобрений; – общие и технологические принципы осуществления отдельных стадий и процессов в целом; <i>Умеет:</i> – использовать методы исследования, определения и оптимизации технологических параметров изучаемых процессов; – анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции; – проводить эксперименты по заданным методикам, осваивать новые методики; – анализировать результаты экспериментов. <i>Владеет:</i> – методами качественного и количественного анализа неорганических веществ; – методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов; – методами построения и оптимизации технологических схем;.	
Раздел 2. Графо-аналитические исследования процессов получения основных удобрений и солей.	<i>Знает:</i> – теоретические основы получения неорганических солей и удобрений; – свойства и требования к качеству солевых продуктов; – химические и кинетические закономерности процессов солевых технологий; – основные типы и конструкции аппаратов для реализации процессов получения минеральных солей и удобрений; – общие и технологические принципы осуществления отдельных стадий и процессов в целом; <i>Умеет:</i> – использовать методы исследования, определения и оптимизации технологических параметров изучаемых процессов; – анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества	Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (3 семестр)

	продукции; – проводить эксперименты по заданным методикам, осваивать новые методики; – анализировать результаты экспериментов. <i>Владеет:</i> – методами качественного и количественного анализа неорганических веществ; – методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов; – методами построения и оптимизации технологических схем;	

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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Графоаналитические исследования солевых технологий»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа

«Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства»

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

«Деловой иностранный язык»

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

**Магистерская программа – «Технология неорганических веществ,
сорбентов и катализаторов для их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена:

Зав. кафедрой иностранных языков, к.филол.н, к.э.н., доцентом Кузнецовым И.А.,
Профессором, д.п.н., к.х.н. Кузнецовой Т.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры иностранных языков
«30» июня 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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Деловой иностранный язык»** относится к обязательной части блока 1 дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Иностранный язык» уровень бакалавриата.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык как в профессиональной деятельности в сфере делового общения, так и для целей самообразования, а также выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

Задачи дисциплины:

- формирование навыков профессионально-ориентированного и делового общения на иностранном языке в виде письменной и устной речи путем создания у магистров пассивного и активного запаса лексики, в том числе деловой, общенаучной и специальной терминологии, необходимой для работы над типовыми текстами, ознакомления с грамматическими структурами, типичными для стиля деловой речи;

- формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина **«Деловой иностранный язык»** преподается в 1 семестре (очная форма обучения). 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:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Коммуникации	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения; УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.); УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;
- русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;
- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;
- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;
- приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

Уметь:

- вести деловую переписку на изучаемом языке;
- работать с оригинальной литературой по специальности;
- работать со словарем;
- вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации.

Владеть:

- иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;
- формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108,0	81,0
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,9	34,0	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34,0	25,5
Самостоятельная работа	1,1	38,0	28,5
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,0	0,0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		38,0	28,5
Виды контроля:			
<i>Вид контроля из УП</i>			
Экзамен	1,0	36,0	27,0
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	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

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. Часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. рабо- та
1.	Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.	24	-	12	-	12
1.1	Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге. (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)	6	-	2	-	4
1.2	Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.	6	-	4	-	2
1.3	Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.	6	-	2	-	4
1.4	Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).	6	-	4	-	2
2.	Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.	24	-	12	-	12
2.1	Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.	6	-	2	-	4
2.2	Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.	6	-	4	-	2
2.3	Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).	6	-	2	-	4

2.4	Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.	6	-	4		2
3.	Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения	24	-	10	-	14
3.1	Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.	6	-	2	-	4
3.2	Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.	6	-	4	-	2
3.3	Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.	6	-	2	-	4
3.4	Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».	6	-	2	-	4
	Экзамен	36				
	ИТОГО	108	-	34	-	38

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.

- 1.1 Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)
- 1.2 Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.
- 1.3 Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.
- 1.4 Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.

- 2.1 Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.
- 2.2 Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.
- 2.3 Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).
- 2.4 Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.

Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения.

- 3.1 Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.
- 3.2 Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.
- 3.3 Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.
- 3.4 Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;		+	
2	– русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;	+	+	+
3	– основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;	+	+	+
4	– пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;	+		+
5	– приемы работы с оригинальной литературой по специальности		+	+
	Уметь:			
6	– вести деловую переписку на изучаемом языке;	+	+	+
7	– работать с оригинальной литературой по специальности;	+	+	+
8	– работать со словарем;	+	+	+
9	– вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации			+
	Владеть:			
10	– иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;	+	+	
11	– формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;		+	+
12	– основной иноязычной терминологией специальности;	+	+	
13	– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</u> :				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
14	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	– УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения;	+	+
		– УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;	+	+

		– УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);	+	+	+
		– УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Очная форма обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	Раздел 1	Практическое занятие 1. Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге. (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)	2
2.	Раздел 1	Практическое занятие 2. Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.	4
3.	Раздел 1	Практическое занятие 3. Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.	2
4.	Раздел 1	Практическое занятие 4. Практика устной речи по теме. «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).	4
5.	Раздел 2	Практическое занятие 5. Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.	2
6.	Раздел 2	Практическое занятие 6. Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.	4
7.	Раздел 2	Практическое занятие 7. Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).	2
8.	Раздел 2	Практическое занятие 8. Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.	4
9.	Раздел 3	Практическое занятие 9. Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.	2
10.	Раздел 3	Практическое занятие 10. Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.	4
11.	Раздел 3	Практическое занятие 11. Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.	2

12.	Раздел 3	Практическое занятие 12. Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- выполнение упражнений и тестовых заданий по тематике дисциплины;
- самостоятельную проработку теоретического материала по темам занятий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу практического курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 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) и оценки за *экзамен* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Тематика рефератов не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольную работу 1 составляет: 20 баллов; за контрольную работу 2 – 20 баллов; за контрольную работу 3 – 20 баллов (1 семестр).

Раздел 1. Контрольная работа № 1.

Примеры заданий к контрольной работе № 1.

Контрольная работа содержит 3 задания:

1 задание: перевод текста с листа – 10 баллов,

2 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,

3 задание: письменный перевод предложений на видовременные формы английского глагола – 5 баллов,

оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 5 баллов.

1. Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в действительном залоге.

Water purification

Water purification is the removal of contaminants from raw water to produce drinking water that is pure enough for human consumption or for industrial use. Substances that are removed during the process include parasites, bacteria, algae, viruses, fungi, minerals (including toxic metals such as Lead, Copper etc.), and man-made chemical pollutants. Many contaminants can be dangerous—but depending on the quality standards, others are removed to improve the water's smell, taste, and appearance. A small amount of disinfectant is usually intentionally left in the water at the end of the treatment process to reduce the risk of re-contamination in the distribution system. Many environmental and cost considerations affect the location and design of water purification plants. There are a number of methods commonly used to purify water. Their effectiveness is linked to the type of contaminant being treated and the type of application the water will be used for.

Filtration: This process can take the form of any of the following:

- Coarse filtration: Also called particle filtration, it can utilize anything from a 1 mm sand filter, to a filter.
- Micro filtration: Uses 1 to 0.1 micron devices to filter out bacteria. A typical implementation of this technique can be found in the brewing process.
- Ultra filtration: Removes pyroxenes, DNA and RNA fragments.
- Reverse osmosis: Often referred to as RO, reverse osmosis is the most refined degree of liquid filtration. Instead of a filter, it uses a porous material acting as a unidirectional sieve that can separate molecular-sized particles.

Distillation: Oldest method of purification. Inexpensive but cannot be used for an on-demand process. Water must be distilled and then stored for later use, making it again prone to contamination if not stored properly. Activated carbon adsorption: Operates like a magnet on chlorine and organic compounds. Ultraviolet radiation: At a certain wavelength, this might cause bacteria to be sterilized and other micro organics to be broken down. Deionization: Also known as ion exchange, it is used for producing purified water on-demand, by passing water through resin beds. Negatively charged (cationic) resin removes positive ions, while positively charged one (anionic) removes negative ions. Continuous monitoring and maintenance of the cartridges can produce the purest water.

2.Контроль лексики – 50 лексических единиц.

3. Перевод предложений на пройденный лексико-грамматический материал

The students were writing down all the data during the experiment.

The researchers will complete the experimental part of their investigation in a week.

They had already completed the experiment when he came.

This technician will have installed the new equipment in our lab by the beginning of the new year.

The production of zinc occurred much later than that of the other common metals.

A number of scientists have confirmed this suggestion.

That matter may exist in three physical states (solid, liquid and gas) is common knowledge.

According to the wave theory, light consists of rapid vibrations.

In the course of his investigations of the solar spectrum, Kirchhoff obtained a number of fundamental results.

In 1911, Ernest Rutherford put forward a model of the atom according to which the atom consists of a small, heavy, charged central nucleus surrounded by a charge distribution of the opposite sign.

Раздел 2. Контрольная работа № 2.

Примеры заданий к контрольной работе № 2.

Контрольная работа содержит 5 заданий:

1 задание: Устный перевод текста – 10 баллов,

2 задание: Письменный перевод 10 предложений (без словаря) – 5 баллов,

3 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов.

Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в страдательном залоге и на инфинитивные конструкции.

Solid wastes are generally composed of non-biodegradable and non-compostable biodegradable materials. The latter refer to solid wastes whose biodeterioration is not complete; in the sense that the enzymes of microbial communities that feed on its residues cannot cause its disappearance or conversion into another compound. Parts of liquid waste materials are also considered as solid wastes, where the dredging of liquid wastes will leave solid sedimentation, to which proper waste management techniques should also be applied. Solid waste pollution is when the environment is filled with non-biodegradable and non-compostable biodegradable wastes that are capable of emitting greenhouse gases, toxic fumes, and particulate matters as they accumulate in open landfills. These wastes are also capable of leaching organic or chemical compositions to contaminate the ground where such wastes lay in accumulation. Solid wastes carelessly thrown in streets, highways, and alleyways can cause pollution when they are carried off by rainwater run-offs or by flood water to the main streams, as these contaminating residues will reach larger bodies of water.

2. Письменно переведите предложения (без словаря):

The engine to be installed in this car is very powerful.

Most scientists expect major development in the nearest future to take place in biology.

One will naturally think such course of events to be disastrous not only for science but for future of mankind.

He is not only critical of the work of others, but also of his own, since he knows the man to be the least reliable of scientific instruments.

The theory suggested by Dr. McCarty is reported to fit the experimental data.

For any natural physical state to change, some changes of the condition acting upon this state must occur.

We know acids and bases to be extremely useful substance.

In this experiment scientists seemed to have included some new compounds.

To understand the nature of this phenomenon was very difficult.

The purpose of this experiment is to find a solvent for this mixture.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

Контрольная работа №3. Примеры заданий к контрольной работе №3.

Контрольная работа №3 содержит 3 задания:

1 задание: перевод статьи и составление к ней аннотации – 10 баллов,

2 задание: письменный перевод предложений, содержащих пройденные грамматические конструкции – 5 баллов,

3 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,

1. Переведите статью и составьте к ней аннотацию:

What Are the Causes of Solid Waste Pollution?

Causes of solid waste pollution are pollutants from households, industrial units, manufacturing units, commercial establishments, landfills, hospitals and medical clinics. The

pollutants from these places may be in the form of non-biodegradable matter or non-compostable degradable matter.

Trash collected from households often takes the form of plastic bags and organic waste. Solid feces flowing out of homes and into sewers pollute underground water. Commercial establishments also pile up a lot of such waste matter. Industrial units involved in manufacturing produce toxic solid waste, such as slag, from the industrial process of obtaining metals from their ores.

Hospitals and clinics also produce waste in the form of disposable syringes, used test tubes, plastic bags used for collecting blood, cotton swabs and used bandages. Such solid waste needs careful handling and disposal. The soil becomes polluted with dangerous medical waste when such matter is disposed of directly into landfills.

Solid waste is usually dumped in landfills. Landfills are large pits in the ground that act as garbage disposal places. The biodegradable matter in landfills becomes a part of the soil gradually. The toxic non-biodegradable and non-compostable matter poses a health hazard as it does not decompose but mixes with the soil and the underground water.

Industrial incinerators are used to burn trash on a large scale. They cause pollution by emitting greenhouse gases while burning solid waste.

Recycling reduces pollution by cutting down on the amount of waste that sits in landfills and clutter that dirties streets, parks, roadsides, rivers and lakes. Solid waste material that ends up in landfills causes air pollution in the form of methane gas emissions. Recycling more waste reduces the amount of methane that escapes into the air. Recycling also reducing the production of virgin resources which process contributes to pollution.

When products such as glass, paper, plastic, wood and metals are thrown away and left to rot in a landfill, their presence leads to increased pollution. Likewise, trash that is thrown on the ground by pedestrians and motorists increases pollution. That debris scatters about and becomes an eyesore and environmental hazard.

Reclaiming city streets, parks, highways and waterways from the pollution created by trash and debris is a major priority for most cities across the United States. Pollution must constantly be monitored so that it does not get out of control and become overly destructive to the environment. When people are careless with trash, their behavior can ruin land and important waterways.

In a world that is increasingly crowded, recycling is crucial in order to prevent the further sprawl of toxic landfills that threaten the delicate balance of the ecosystem. Support the planet by separating recyclable materials into bins or taking materials to recycling centers.

2. Письменно переведите предложения (без словаря)

1. The phlogiston theory is a theory that postulated that a fire-like element called phlogiston is contained within combustible bodies and released during combustion.

2. The theory attempted to explain burning processes such as combustion and rusting, which are now collectively known as oxidation.

3. The theory of phlogiston was suggested by the German Georg Ernst Stahl in the early 18th century

4. Phlogiston remained the dominant theory until the 1780s when Lavoisier showed that combustion requires a gas that has mass (oxygen) and could be measured by means of weighing closed vessels

5. The development of the electrochemical theory of chemical combinations occurred in the early 19th century as the result of the work of two scientists in particular.

6. Davy discovered nine new elements including the alkali metals by extracting them from their oxides with electric current.

7. The current model of atomic structure is the quantum mechanical model.

8. Traditional chemistry starts with the study of elementary particles, atoms, molecules, substances, metals, crystals and etc.

9. This matter can be studied in solid, liquid, or gas states, in isolation or in combination.

10. The interactions, reactions and transformations that are studied in chemistry are usually the result of interactions between atoms, leading to rearrangements of the chemical bonds which hold atoms together.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

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

Билет для *экзамена* включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Примерный перечень вопросов:

1. Лексическая система языка.
2. Слово как важнейшая, относительно самостоятельная единица языка. Слово и его дефиниции. Обобщающая функция слова.
3. Лексическое значение слова. О понятии «лексика».
4. Науки, изучающие лексику (лексикология, семасиология, лексикография, фразеология, этимология и др.).
5. Пути пополнения лексики: развитие полисемии, заимствования, в том числе калькирование, словообразование.
6. Историческое изменение словарного состава языка. Этимология. Фразеология.
7. Лексикография. Основные типы лингвистических словарей.
8. Строение словарной статьи толкового и двуязычного словаря. Содержание словарной статьи.
9. Грамматический строй языка.
10. Основные единицы грамматического строя языка. Структура слова и словообразование.
11. Грамматическое значение и его формальные показатели.
12. Полифункциональность грамматических форм и взаимодействие грамматики с лексикой. Способы и средства выражения грамматических значений.
13. Грамматическая категория. Словоизменяемые и несловоизменяемые категории.
14. Классификации языков.
15. Принципы классификации языков: географический, культурно-исторический, этногенетический, типологический и др.
16. Индоевропейская языковая семья, её основные группы. Языки мёртвые и живые.
17. Праязык-основа. О прародине индоевропейского языка-основы.
18. Взаимодействие лингвистики с археологией, историей, этнографией и другими науками.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр)

Экзамен по дисциплине «*Деловой иностранный язык*» проводится в 1 семестре (очная форма обучения) и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» Заведующая кафедрой иностранного языка (Должность, наименование кафедры) Кузнецова Т.И. (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 202_ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра иностранных языков
	18.04.01 Химическая технология Профиль – «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»
	Деловой иностранный язык
Билет № 1 1. Письменный перевод текста с английского языка на русский. 2. Устный перевод отрывка текста (с листа). 3. Сообщение и беседа по одной из пройденных тем Ответы на вопросы.	

1. Вопрос. Выполните письменный перевод текста с английского языка на русский (со словарем).

The term ecology is sometimes confused with the term environmentalism. Environmentalism is a social movement aimed at the goal of protecting natural resources or the environment, and which may involve political lobbying, activism, education, and so forth. Ecology is the science that studies living organisms and their interactions with the environment. As such, ecology involves scientific methodology and does not dictate what is "right" or "wrong." However, findings in ecology may be used to support or counter various goals, assertions, or actions of environmentalists.

Consider the ways an ecologist might approach studying the life of honeybees:

- The behavioural relationship between individuals of a species is behavioural ecology—for example, the study of the queen bee, and how she relates to the worker bees and the drones.
- The organized activity of a species is community ecology; for example, the activity of bees assures the pollination of flowering plants. Bee hives additionally produce honey, which is consumed by still other species, such as bears.
- The relationship between the environment and a species is environmental ecology—for example, the consequences of environmental change on bee activity. Bees may die out due to environmental changes. The environment simultaneously affects and is a consequence of this activity and is thus intertwined with the survival of the species.

2. Вопрос. Выполните устный перевод отрывка текста (с листа).

Hydroxide

Hydroxide is a chemical compound that contains the hydroxyl (-OH) radical. The term refers especially to inorganic compounds. Organic compounds that have the hydroxyl radical as a functional group are called alcohols; the hydroxyl radical is also present in the carboxyl group of organic acids. Most metal hydroxides are bases, forming solutions that have an excess of OH⁻ ions and a pH greater than 7, they neutralize acids, and change the colour of litmus from red to blue. Alkali metal hydroxides such as sodium hydroxide are considered to be strong bases and are very soluble in water; alkaline-earth metal hydroxides such as calcium hydroxide are much less soluble in water and are not as strongly basic. Magnesium hydroxide is only slightly basic. Some hydroxides (e.g., aluminium hydroxide) exhibit amphotericism¹, having either acidic or basic properties depending on the reaction in which they are involved. The hydroxides of some non-metallic elements are acidic; the hydroxide of sulphur, S(OH)₆, spontaneously loses two molecules of water to form sulphuric acid, H₂SO₄. Ammonium hydroxide, NH₄OH, is a weak base known only in the solution that is formed when the gas ammonia, NH₃, dissolves in water.

3. Вопрос: Беседа по теме: Mendeleev University.
1. Speak about the foundation and structure of the university.
2. What kind of subjects do you study?

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Английский язык для химиков – технологов: учебно-методический комплекс в 2 ч.: учеб. пособие/. Кузнецова Т. И. Воловикова Е. В. Кузнецов И. А.; под ред. Т. И. Кузнецовой – М.: М. РХТУ, 2021 г. - 412 с.
2. Кузнецов, И. А., Кузнецова, Т. И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещённый в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Кузнецов, Т. И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва: РХТУ, 2018.
3. Кузьменкова, Ю. Б. Английский язык для технических направлений (А1): учебное пособие для вузов / Ю. Б. Кузьменкова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11608-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495261> (дата обращения: 08.02.2024).
4. Беляева, И. В. Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. В. Беляева, Е. Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.
5. Английский язык для естественно-научных направлений: учебник и практикум для вузов / Л. В. Полубиченко, Е. Э. Кожарская, Н. Л. Моргун, Л. Н. Шевырдяева; под редакцией Л. В. Полубиченко. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15168-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489569> (дата обращения: 08.02.2024).

Б. Дополнительная литература

1. Англо-русский словарь химико-технологических терминов / Е. С. Бушмелева, Л. К. Генг, А. А. Карпова, Т. П. Рассказова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 132 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08001-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493385> (дата обращения: 08.02.2024).
2. Стогниева, О. Н. Английский язык для ИТ-направлений. English for Information Technology: учебное пособие для вузов / О. Н. Стогниева. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07849-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492791> (дата обращения: 08.02.2024).
3. Краснова, Т. И. Английский язык для специалистов в области интернет-технологий. English for Internet Technologies: учебное пособие для вузов / Т. И. Краснова, В. Н. Вичугов. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 205 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8573-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490272> (дата обращения: 08.02.2024).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
 - Презентации к лекциям.
- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.openet.ru> – Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;
 - <http://window.edu.ru/> – Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;
 - <http://fepo.i-exam.ru> – ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;
 - <https://muctr.ru> – Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;
 - <http://www.translators-union.ru> – портал Союз переводчиков России (СПР);
 - <http://www.russian-translators.ru> – Национальная лига переводчиков;
 - <http://www.internationalwriters.com> – The Translator's Tool Box.
- Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:
- <http://doaj.org/> – Directory of Open Access Journals (DOAJ); ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира;
 - <https://www.doabooks.org/> – Directory of Open Access Books (DOAB); в базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами;
 - <https://www.biomedcentral.com/> – BioMed Central; база данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе;
 - <https://arxiv.org/> – электронный ресурс arXiv; крупнейшим 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;
 - <http://www.mdpi.com/> – коллекция журналов MDPI AG; междисциплинарный 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;
 - <http://www.intechopen.com/> – издательство с открытым доступом InTech; 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;
 - <http://www.chemspider.com/> – база данных химических соединений ChemSpider; 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);
 - <http://journals.plos.org/plosone/> – Коллекция журналов PLOS ONE; 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;
 - <http://www.uspto.gov/> – US Patent and Trademark Office (USPTO); Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время;
 - <http://worldwide.espacenet.com/> – Espacenet - European Patent Office (EPO); Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

– http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru – Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС).

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов -300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов 300).
- онлайн-курсы на портале study.muctr.ru "Английский язык для профессиональной коммуникации" (<https://study.muctr.ru/course/view.php?id=220>), межфакультетский образовательный онлайн курс «Теория и практика перевода» (<https://study.muctr.ru/course/view.php?id=217>), аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения.

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 г. 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 «*Иностранный язык*» 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; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет. Компьютерный класс, оргтехника, теле-, аудио - и видеоаппаратура; мультимедийный проектор, широкоформатный экран.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам занятий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

- информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам занятий;
- электронные презентации к разделам занятий; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде;
- кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

Электронные информационные ресурсы, доступные пользователям

РХТУ им. Д.И. Менделеева

в 2025 году (2 квартал)

Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

№	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	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества.

		от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://scifinder-n.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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 г. Ссылка на сайт- https://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 от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	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	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 г. 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
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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co
		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 - 2034 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 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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.	Books – 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, языковедение и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.
16.	Научные журналы РАН	Принадлежность – сторонняя 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 Бессрочно

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](#)

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.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.
4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
5. 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.
6. 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).
7. 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. рецензирование.
8. 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.
9. 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.
10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
 - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня
11. 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>

12. 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>
13. 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>
14. 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/>
15. 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>
16. 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:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	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
5.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90- 133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6.	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
7.	Среда разработки Delphi	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-	1 лицензия для активации на	бессрочная

		164ЭА/2010 от 14.12.10	рабочих станциях	
9.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom 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
10.	Система проектирования СА ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
11.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
12.	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
13.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
14.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
15.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
16.	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
17.	Instrument Control Toolbox Classroom 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
18.	Image Processing Toolbox Classroom 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
19.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

		от 14.12.10		
20.	System Identification Toolbox Classroom 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
21.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
22.	Statistics Toolbox Classroom 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
23.	Global Optimization Toolbox Classroom 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
24.	Partial Differential Equation Classroom 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
25.	Optimization Toolbox Classroom 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
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-	24 лицензии для активации на	бессрочная

		64ЭА/2013 от 02.12.2013	рабочих станциях	
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 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 обновлённую версию продукта)
34.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189- 240ЭА/2023	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

		от 15.01.2024		
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41.	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
Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке	<i>Знает:</i> – русские эквиваленты основных слов и выражений деловой и профессиональной речи; – основные приемы и методы перевода, реферирования и аннотирования литературы по специальности; – пассивную и активную лексику, в том числе деловую, общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами. <i>Умеет:</i> – вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации; – работать с оригинальной литературой по специальности; – работать со словарем. <i>Владеет:</i> – иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации; – основной иноязычной терминологией специальности.	Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр)
Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.	<i>Знает:</i> – основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели; – русские эквиваленты основных слов и выражений деловой и профессиональной речи; – основные приемы и методы перевода, реферирования и аннотирования литературы по специальности; – приемы работы с оригинальной литературой по специальности. <i>Умеет:</i> – работать с оригинальной литературой по специальности; – работать со словарем; – вести деловую переписку на изучаемом языке. <i>Владеет:</i> – иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой, деловой и профессиональной коммуникации;	Оценка за контрольную работу № 2 (1 семестр)

Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения	– формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности; – основной иноязычной терминологией специальности. <i>Знает:</i> – русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи; – основные приемы и методы перевода, реферирования и аннотирования литературы по специальности; – пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами; – приемы работы с оригинальной литературой по специальности. <i>Умеет:</i> – работать с оригинальной литературой по специальности; – работать со словарем; – вести деловую переписку на изучаемом языке; – вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации. <i>Владет:</i> – иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи; – формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности; – основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.	Оценка за контрольную работу № 3 (1 семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)

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
«Деловой иностранный язык»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
 «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»

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

«Дополнительные главы математики»

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена

заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г.Рудаковской,

доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. Е.Л.Гордеевой,

доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ
им. Д.И. Менделеева «15» мая 2025 г., протокол № 7.

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), накопленного опытом преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» относится к дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что для успешного освоения дисциплины обучающийся должен знать основы высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, изучаемые в курсе «Математика» бакалавриата.

Цель дисциплины – знакомство с современными методами статистической обработки экспериментальных данных с использованием средств информационных технологий на основе углублённого изучения курса математической статистики.

Задачи дисциплины – получение представлений об актуальных проблемах использования статистических методов в химии и химической технологии, а также практическая реализация основных подходов к анализу данных с использованием вероятностно-статистических методов.

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» преподаётся в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся 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 **профессиональных компетенций и индикаторов их достижения**:

Код и наименование ПК	Код и наименование индикаторов достижения ПК
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 ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию
ПК-3 Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	ПК-3.3. Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;
- методы регрессионного и корреляционного анализа;
- основы дисперсионного анализа;

- методы анализа многомерных данных;
 - базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных;
- уметь:**
- анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;
 - использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.
- владеть:**
- базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;
 - практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;
 - методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			1	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	0,94	34
Лекции	0,44	16	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	0,5	18
Самостоятельная работа	1,06	38	1,06	38
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,4	1,06	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,6		37,6
Вид контроля – Зачет с оценкой				
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой	

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			1	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	54	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	25,5	0,94	25,5
Лекции	0,44	12	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5	0,5	13,5
Самостоятельная работа	1,06	28,5	1,06	28,5
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,3	1,06	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		28,2		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	Часов			
		Всего	Лекции	Практи- ческие занятия	Самостоя- тельная работа
	Раздел 1. Основы математической статистики	32	8	6	18
1.1	Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента.	8	2	2	4
1.2	Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки.	8	2	2	4
1.3	Проверка статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения. Проверка гипотез непараметрическими методами.	8	2	1	5
1.4	Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции. Оценка значимости коэффициентов корреляции.	8	2	1	5
	Раздел 2. Статистические методы анализа данных	16	4	4	8
2.1	Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.	8	2	2	4
2.2	Регрессионный анализ. Построение уравнения регрессии от одного параметра.	8	2	2	4
	Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных	24	4	8	12
3.1	Понятие о методах анализа многомерных данных. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Множественная регрессия.	8	2	2	4

3.2	Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ.	8	1	3	4
3.3	Основные методы классификации: кластерный и дискриминантный анализ. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.	8	1	3	4
	Всего часов:	72	16	18	38

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы математической статистики

1.1. Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Типы измерительных шкал. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента.

1.2. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения.

1.3. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения по критерию χ^2 – Пирсона. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий Манна-Уитни и критерий Вилкоксона.

1.4 Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла. Оценка значимости коэффициентов корреляции.

Раздел 2. Статистические метода анализа данных

2.1. Дисперсионный анализ: понятие дисперсионного анализа, основные определения. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.

2.2. Регрессионный анализ. Линейная регрессия от одного параметра. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности. Нелинейная регрессия.

Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных

3.1. Понятие о методах анализа многомерных данных. Назначение и классификация многомерных методов. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Многомерный регрессионный анализ.

3.2. Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ. Основные понятия и предположения факторного анализа. Общий алгоритм. Основные этапы факторного анализа.

3.3. Основные методы классификации. Дискриминантный анализ Основные понятия и предположения дискриминантного анализа. Дискриминантный анализ как метод классификации объектов. Кластерный анализ. Общая характеристика методов кластерного анализа. Меры сходства. Иерархический кластерный анализ. Метод k-средних. Критерии качества классификации. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен		Разделы		
		1	2	3
Знать:				
– основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;		+	+	+
- методы регрессионного и корреляционного анализа;		+	+	+
- основы дисперсионного анализа;		+	+	+
- методы анализа многомерных данных;		+	+	+
- базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных		+	+	+
Уметь:				
– анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;		+	+	+
- использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач		+	+	+
Владеть:				
– базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;		+	+	+
- практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;		+	+	+
- методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
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	+	+	+
	ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию			
ПК-3. Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	ПК-3.3. Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	1.1 1.2	Практическое занятие 1 Предварительная обработка экспериментальных данных. Описательная статистика. Получение статистических оценок распределения выборки	2
2.	1.2	Практическое занятие 2 Проверка статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий согласия χ^2 –Пирсона, критерий Манна-Уитни, критерий Вилкоксона.	2
3.	1.3	Практическое занятие 3 Вычисление выборочных коэффициентов корреляции. Выборочные коэффициенты корреляции Пирсона, Спирмена и Кендалла.	2
4.	1.4	Контрольная работа № 1	2
5.	1.1–1.4	Практическое занятие 4 Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ	2
6.	2.1	Практическое занятие 5 Регрессионный и корреляционный анализ. Построение уравнения регрессии и его анализ	2
7.	2.2	Контрольная работа № 2	2
8.	3.1–3.3	Практическое занятие 6 Основные методы обработки многомерных данных: метод главных компонент, факторный анализ, методы классификации	2
9.	2.1–3.3	Контрольная работа № 3	2
ИТОГ	18 часов		

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление с рекомендованной литературой, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение домашних заданий и применение информационных технологий при выполнении домашних заданий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (1 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 учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы в **1** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

Вариант № 1

- Для выборки объемом $n=10$, полученной из нормально распределённой генеральной совокупности найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения, построить доверительный интервал для математического ожидания и среднего квадратического отклонения, приняв доверительную вероятность $\gamma = 0,95$:

20,4 21,9 18,7 16,4 19,7 18,9 22,5 16,1 22,0 14,3

- Используя χ^2 -критерий, при уровне значимости $\alpha = 0,05$ установить, случайно или значимо расхождение между эмпирическими m_i и теоретическими $m_i^{\text{теор}}$ частотами, которые вычислены, исходя из гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности.

m_i	6	12	23	31	28
$m_i^{\text{теор}}$	7	10	21	35	27

- Проведено измерение мощности горизонта А (у, см) вдоль некоторой линии через 1 м (х):

х, м	0	1	2	3	4	5
у, см	5	7	6	10	9	12

Найти выборочный коэффициент корреляции Спирмена и оценить его значимость при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

- Для проверки стабильности электролиза растворов хлоридов щелочных металлов определяли содержание NaOH (мг NaOH/л щелочи) до (х) и после (у) фильтра:

х	100,1	115,1	130,0	93,6	108,3	137,2	104,4	97,3
у	96,6	115,6	125,5	94,0	103,3	134,4	100,2	97,3

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ выяснить, есть ли различие между обеими сериями анализов.

Вариант № 2

- Для выборки объёмом $n=10$, полученной из нормально распределённой генеральной совокупности, найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения, построить доверительный интервал для математического ожидания и среднего квадратического отклонения, приняв доверительную вероятность $\gamma = 0,95$:

1,8 6,1 10,2 5,4 6,5 2,9 9,4 1,5 4,7 3,6

- Используя критерий χ^2 - Пирсона, при уровне значимости $\alpha = 0,05$ проверить равномерность распределения, если наблюдаемые частоты для некоторого признака принимают значения:

9, 8, 10, 15, 8.

- Из двух партий изделий, изготовленных на одинаково настроенных станках, извлечены малые выборки. Результаты для контролируемых размеров I и II станков:

I станок	2.5	2.7	2.9	3.1	II станок	2.4	2.6	2.8
n_i	2	3	4	1	m_i	2	3	7

Требуется проверить гипотезу о равенстве средних размеров изделий. Предполагается, что результаты измерений распределены нормально и выборки независимы ($\alpha = 0,05$).

- В таблице приводятся данные о выходе продукта (в %) без катализатора и в присутствии катализатора.

Без катализатора	80	87	92	54	93	76	63	59
С катализатором	94	96	92	52	88	70	62	90

Можно ли считать, что присутствие катализатора увеличивает выход продукта? Принять уровень значимости $\alpha=0,05$.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

Вариант № 1

- Исследовалась очистка сточных вод способом осаждения твёрдых частиц в течение определённого срока отстоя:

Срок, дни	Величина осадка, г/м ³ воды			
15	8,0	8,4	9,0	8,6
20	8,2	9,0	10,0	10,0
25	11,0	13,0	12,0	

Необходимо выяснить, существенно ли влияние длительности отстоя на величину осадка твёрдых частиц. Принять уровень значимости $\alpha = 0,05$.

- Исследовалось влияние на выход продукта двух видов катализаторов А, Б и трёх различных технологий получения. В таблице приведены величины выхода продукта в тоннах. Влияют

ли факторы (вид катализатора и технология) на выход продукта? Принять уровень значимости $\alpha = 0,05$.

Вид катализатора	Технология		
	1	2	3
А	1,3	1,5	1,7
Б	2,7	2,0	2,2

3. Получены экспериментальные данные растворимости хлорида бария в воде (y) в присутствии хлорида кальция (x) при 70°C (объём выборки $n = 5$):

$x, \%$	0	5	8	10	15
$y, \%$	32	25	20	17	11

Найти уравнение линейной регрессии $\bar{y}_x = b_0 + b_1x$ зависимости растворимости хлорида бария от содержания хлорида кальция.

4. По экспериментальным данным, представленным в таблице, найти коэффициенты уравнения нелинейной регрессии вида $\bar{y}_x = b_0 + b_1x + b_2x^2$, оценить значимость уравнения регрессии и значимость коэффициентов уравнения регрессии. Принять уровень значимости $\alpha = 0,05$.

x	0	1	2	3	4	5	6
y	2	7	9	13	16	18	20

Вариант № 2

1. Оценить значимость различия в производительности реакторов. Средняя производительность трёх реакторов представлена в таблице:

Реактор	Средняя производительность, т/сутки		
1	160	161	165
2	150	164	164
3	146	155	160

Принять уровень значимости $\alpha = 0,05$.

2. Выход вещества (в %) при температуре 10°C и 20°C (фактор А) и продолжительности процесса кристаллизации 7 ч и 17 ч (фактор Б) представлен в таблице. Оценить значимость различия в выходе продукта при разной температуре и продолжительности процесса кристаллизации, а также значимость взаимного влияния температуры и продолжительности процесса на выход продукта. Принять уровень значимости $\alpha = 0,05$.

Т	Время	Выход, %			
10°C	7 ч	40	30	30	50
	17 ч	90	80	65	70
20°C	7 ч	70	50	60	70
	17 ч	50	30	30	40

3. Исследовалась зависимость содержания железа ($y, \%$) в кристаллах медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ от содержания FeSO_4 ($x, \text{г/л}$) в маточном растворе:

x	60	70	85	100	105
y	0,96	0,93	1.47	1,86	2,48

Найти уравнение линейной регрессии $\bar{y}_x = b_0 + b_1x$ зависимости содержания железа в кристаллах от содержания FeSO_4 (x, г/л) в растворе.

4. По экспериментальным данным, представленным в таблице, найти коэффициенты уравнения нелинейной регрессии вида $\bar{y}_x = b_0 + b_1x + b_2x^2$, оценить значимость уравнения и значимость коэффициентов. Принять уровень значимости $\alpha = 0,05$.

x	0	1	2	3	4	5	6
y	5	10	14	15	17	21	25

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. Построить уравнение множественной линейной регрессии $\bar{y}_x = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ по данным таблицы. Оценить значимость уравнения и его коэффициентов при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

x1	3,5	7,4	2,5	3,7	5,5	8,3	6,7	1,2
x2	5,3	1,6	6,3	9,4	1,4	9,2	2,5	2,2
y	64,7	80,9	24,6	43,9	77,7	20,6	66,9	34,3

2. По выборке найдены значения главных компонент для i -го наблюдения $f_{i1} = 0,661$, $f_{i2} = -2,151$ и матрица факторных нагрузок

$$A = \begin{pmatrix} -0,756 & 0,654 \\ 0,756 & 0,654 \end{pmatrix}$$

Найти значения исходных показателей x_{i1} и x_{i2} , если выборочные оценки средних равны $\bar{x}_1=5$, $\bar{x}_2=10$, а выборочные оценки средних квадратических отклонений равны $s_1 = 0,072$, $s_2 = 0,333$.

3. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание золота (x, %) и меди (y, %):

x	0,15	0,3	0,1	0,2	0,04
y	1,0	0,9	0,2	0,5	0,6

С целью нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные предварительно не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «ближайшего соседа».

4. Имеются два набора проб (X1–перспективные и X2– неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X1 = \begin{pmatrix} 5,0 & 3,3 \\ 4,6 & 3,4 \end{pmatrix} \quad X2 = \begin{pmatrix} 5,7 & 2,8 \\ 6,1 & 3,0 \\ 6,0 & 2,7 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (5,7; 2,5).

Вариант 2

1. Построить уравнение множественной линейной регрессии $\bar{y}_x = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ по данным таблицы. Оценить значимость уравнения и его коэффициентов при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

x1	7	1	11	11	7	11	3	1
x2	26	29	56	31	52	55	71	31
y	78,5	74,3	104,3	87,6	95,9	109,2	102,7	72,5

2. По выборке найдены значения главных компонент для i -го наблюдения $f_{i1} = -0,484$, $f_{i2} = 1,053$ и матрица факторных нагрузок

$$A = \begin{pmatrix} -0,791 & 0,611 \\ 0,791 & 0,611 \end{pmatrix}$$

Найти значения исходных показателей x_{i1} и x_{i2} , если выборочные оценки средних равны $\bar{x}_1 = 0,85$, $\bar{x}_2 = 2,307$, а выборочные оценки средних квадратических отклонений равны $s_1 = 0,072$, $s_2 = 0,093$.

3. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание серебра (x , %) и меди (y , %):

x	0,25	0,48	0,8	0,55	0,1
y	0,3	0,65	1,4	1,52	0,5

С целью нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные предварительно не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «ближайшего соседа».

4. Имеются два набора проб ($X1$ –перспективные и $X2$ – неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X1 = \begin{pmatrix} 5,0 & 1,4 \\ 5,1 & 1,7 \end{pmatrix} \quad X2 = \begin{pmatrix} 6,5 & 4,6 \\ 5,6 & 3,9 \\ 5,7 & 4,5 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (5,7; 4,9).

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов; вопрос 4 – 10 баллов.

1. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы.
2. Моделирование основных статистических распределений. Инструменты MS Excel для моделирования распределений и получения выборок.
3. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения.
4. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий нормально распределённых генеральных совокупностей.
5. Проверка гипотез о математических ожиданиях двух нормально распределённых генеральных совокупностей.

6. Непараметрические методы проверки статистических гипотез. Критерий согласия χ^2 –Пирсона для проверки соответствия распределения генеральной совокупности нормальному и равномерному закону.
7. U-критерий Манна-Уитни: назначение, способ вычисления.
8. T-критерий Вилкоксона: назначение, способ вычисления.
9. Сущность и цели корреляционного анализа. Понятие корреляционной связи. Вычисление ковариационной и корреляционной матриц.
10. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Проверка значимости коэффициента корреляции.
11. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Спирмена. Проверка значимости коэффициента корреляции.
12. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Кендалла. Проверка значимости коэффициента корреляции.
13. Регрессионный анализ: линейная регрессия, множественная линейная регрессия. Получение коэффициентов уравнения линейной регрессии.
14. Однофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, основные расчётные формулы).
15. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений и с повторениями.
16. Многомерные статистические методы. Метод главных компонент: назначение, основные задачи, вычисление главных компонент.
17. Алгоритм вычисления главных компонент для многомерных нормальных распределений переменных.
18. Понятие факторного анализа. Алгоритм проведения факторного анализа.
19. Понятие классификации. Линейный дискриминантный анализ при нормальном законе распределения показателей. Построение линейной дискриминантной функции.
20. Классификация без обучающих выборок. Кластерный анализ. Иерархический алгоритм кластерного анализа. Построение дендрограммы.

Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** (1 семестр) – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Дополнительные главы математики» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.04.01 Химическая технология
	Дополнительные главы математики
БИЛЕТ № 1	

1. Однофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, основные расчётные формулы).
2. Непараметрические методы проверки статистических гипотез. Критерий согласия χ^2 –Пирсона для проверки соответствия распределения генеральной совокупности нормальному распределению.
3. Проведено 5-кратное измерение мощности горизонта А (у, см) вдоль линии через каждые 0,5 м (х):

х, м	0	0,5	1,0	1,5	2,0
у, см	5	7	6	10	9

Вычислить выборочный коэффициент корреляции Спирмена. Оценить значимость коэффициента корреляции при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

4. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание золота (х, %) и меди (у, %):

х	0,1	0,4	0,1	0,2	0,04
у	1,0	0,8	0,2	0,5	0,6

Для нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «дальнего соседа».

«Утверждаю»

Зав. Кафедрой высшей математики

_____ Рудаковская Е.Г.
«__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования РФ

**Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева**

Кафедра высшей математики

18.04.01 Химическая технология

Дополнительные главы математики

БИЛЕТ № 2

1. Линейная регрессия, получение коэффициентов уравнения линейной регрессии.
2. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений и с повторениями.
3. Определялось содержание NaOH (мг NaOH/л щелочи) до (х) и после (у) фильтра:

х	100	115	130	93	108	137	104	97
у	96	110	120	94	103	134	100	97

При уровне значимости $\alpha = 0,1$ выяснить, значимо ли различие в содержании NaOH в обеих сериях анализов.

4. Имеются два набора проб (X1–перспективные и X2– неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X2 = \begin{pmatrix} 4,6 & 1,5 \\ 4,5 & 1,3 \\ 5,1 & 1,6 \end{pmatrix} \quad X1 = \begin{pmatrix} 1,4 & 0,3 \\ 1,7 & 0,5 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (4,5; 0,2), если найдена несмещённая оценка суммарной ковариационной матрицы: ((0,084; 0,038), (0,038; 0,022)).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Фролов А.Н. Краткий курс ТВ и МС, уч. пособие, Лань, 2017 г., 304 с.
2. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс]: учебник для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Б) Дополнительная литература:

1. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. [Электронный ресурс]: учебное пособие для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 11-е изд. – М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
2. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Старшова Т.Н., Аверина О.В., Гордеева Е.Л., Изотова С.А. /Учебное пособие под ред. Рушайло М.Ф., Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –84 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации.
- Комплекс обучающих программ.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://kvm.muctr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.muctr.ru/>, (общее число слайдов – 160);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 3 контрольные работы, общее число вариантов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 1 итоговая аттестация, общее число билетов – 50).

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 г. 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 «**Дополнительные главы математики**» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные традиционными учебными досками 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:

Учебно-методические пособия, разработанные на кафедре высшей математики, выложены на сайте кафедры <http://kvm.muctr.ru> и на сайте библиотеки РХТУ имени Д.И.Менделеева <https://lib.muctr.ru>.

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

Персональные компьютеры, принтеры, сканер и копировальный аппарат используются для подготовки раздаточных материалов.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине, комплекты контрольных и экзаменационных билетов.

Учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно

2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
3.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт № 175- 262ЭА/2019 от 30.12.2019	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы математической статистики	Знает: основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных. Умеет: анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач. Владеет: базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка на зачете с оценкой

	оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.	
Раздел 2. Статистические методы анализа данных	Знает: основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных. Умеет: анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач. Владет: базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка на зачете с оценкой
Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных	Знает: основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных. Умеет: анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач. Владет:	Оценка за контрольную работу № 3 Оценка на зачете с оценкой

	базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.	

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 высшего образования – 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
«Дополнительные главы математики»
 основной образовательной программы
18.04.01 Химическая технология

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

«Инструментальные методы исследования в химической технологии»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для
их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена к.х.н., доцентом кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов А. Н. Морозовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
технологии неорганических веществ и электрохимических процессов

«28» апреля 2025 г., протокол №5.

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Инструментальные методы исследования в химической технологии»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии, физики, а также инженерных наук, полученную в рамках предшествующих дисциплин обучения по программе бакалавриата.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися определенного объема знаний и необходимых навыков, достаточных для самостоятельного выбора инструментальных методов анализа природного сырья, техногенных отходов и продуктов их переработки, а также компетенций, необходимых технологам в зависимости от круга решаемых исследовательских задач.

Задачи дисциплины – теоретическое изучение основ инструментальных методов исследований, основные методологические и методические приемы, необходимые для успешного применения этих методов, а также приобретение практических навыков обработки данных, полученных на современном лабораторном оборудовании.

Дисциплина **«Инструментальные методы исследования в химической технологии»** 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**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Научные исследования и разработки	ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.	ОПК-1.4. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач; ОПК-1.5 Умеет формулировать и представлять результаты научного исследования; ОПК-1.6 Владеет методами научного исследования;

Профессиональная методология	ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты для решения производственных и научных задач	ОПК-2.1. Знает теорию физико-химических методов анализа ОПК-2.2. Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа ОПК-2.3. Знает методы целенаправленного сбора и анализа научной литературы ОПК-2.4. Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач ОПК-2.5. Умеет анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по заданной теме ОПК-2.6. Владеет идеологией и системой выбора инструментальных методов химического анализа, а также оценкой возможностей каждого метода ОПК-2.7. Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа ОПК-2.8. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теоретические основы методов инструментального анализа сырья и продуктов в технологии неорганических веществ;
- процессы формирования аналитического сигнала в различных методах анализа;
- основы физических теорий взаимодействия электромагнитного поля, излучения, потока частиц с молекулой;
- основы важнейших физических методов исследования в химии;
- основные принципы измерений на стандартных приборах;
- основы метрологии инструментальных методов анализа сырья и продуктов неорганической химии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.

Уметь:

- применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач.

Владеть:

- методологией, широко используемых инструментальных методов в современной аналитической практике в неорганической технологии;
- системой выбора инструментального метода качественного и количественного химического анализа;
- оценкой возможностей инструментального метода анализа;
- основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	13,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,95	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,95	34	25,5
Самостоятельная работа	1,11	40	30
Подготовка к итоговому контролю	1,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,6	29,7
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. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Спектроскопические и хроматографические методы исследования	63	18	10	-	10	-	18	18	25
1.1	Электронная спектроскопия	13	4	2	-	2	-	4	4	5
1.2	Атомная спектроскопия	9	-	2	-	2	-	-	-	5
1.3	Колебательная спектроскопия	9	-	2	-	2	-	-	-	5
1.4	Спектроскопические методы определения размера частиц	12	4	2	-	1	-	4	4	5
1.5	Хроматографический анализ	20	10	2	-	3	-	10	10	5
2.	Раздел 2. Электронная микроскопия и дифракционные методы исследования	45	16	6	-	8	-	16	16	15
2.1	Сканирующая и зондовая электронные микроскопии	12	4	2	-	2	-	4	4	4
2.2	Просвечивающая электронная микроскопия	6	-	1	-	2	-	-	-	3
2.3	Рентгенофлуоресцентный анализ	10	4	1	-	1	-	4	4	4
2.4	Дифракция электронов и рентгеновского излучения	17	8	2	-	3	-	8	8	4
	ИТОГО	108	34	16	-	18	-	34	34	40

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Спектроскопические и хроматографические методы исследования

1.1. Электронная спектроскопия

Введение в спектроскопию. Спектр электромагнитного излучения. Классификация оптических методов анализа: абсорбционные и эмиссионные методы. Закон поглощения света Бугера-Ламберта-Бера, причины отклонения от закона. Электронная спектроскопия (ультрафиолетовая и видимая области). Механизм поглощения видимых и ультрафиолетовых лучей. Классификация и энергия электронных переходов. Применение электронных спектров поглощения в количественном анализе.

1.2. Атомная спектроскопия

Физико-химические основы атомно-адсорбционной, атомно-эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Устройство спектрометров в атомной спектроскопии. Количественные методы анализа, используемые в спектрометрии.

1.3. Колебательная спектроскопия

Методы колебательной спектроскопии. Общая характеристика методов. Основные типы колебаний. Квантово-механический подход к описанию колебательных спектров. Инфракрасная спектроскопия (ИК). Применение методов ИК спектроскопии для идентификации неорганических веществ, структурно-группового, молекулярного и количественного анализов. Типичные области частот колебаний функциональных групп отдельных классов неорганических и органических соединений. Аппаратура для ИК спектроскопии, приготовление образцов. Теоретические основы комбинационной спектроскопии (КР). Сравнение методов ИК и КР спектроскопии.

1.4. Спектроскопические методы определения размера частиц

Основные спектрометрические методы определения размера частиц. Характеристики дисперсных материалов. Физико-химические основы нефелометрии и турбидиметрии. Измерение размера частиц методом динамического рассеивания света (ДРС). Теоретические основы метода. Автокорреляционная функция. Формула Эйнштейна-Стокса. Типы распределения частиц по размерам: количественное (MN), объемное (MV) и массовое (MM). Выбор между MN и MV при анализе результатов по определению размеров частиц. Оптические схемы ДРС для измерения размеров частиц в непрозрачных жидкостях. Основные характеристики метода ДРС. Аппаратура.

1.5. Хроматографический анализ

Общая характеристика хроматографических методов анализа и их классификация. Основные параметры хроматограммы. Теория теоретических тарелок; кинетическая теория, уравнение Ван-Деемтера. Качественный и количественный хроматографический анализ. Высокоэффективная жидкостная хроматография: устройство хроматографа, основные типы детекторов. Ионная хроматография. Эксклюзионная хроматография. Тонкослойная хроматография. Принципы осуществления и области применения. Газовая хроматография в технологии неорганических веществ. Схема газового хроматографа. Основные типы детекторов: катарометр, пламенно-ионизационный, электронозахватный, масс-спектральный; их сравнительные характеристики.

Раздел 2. Электронная микроскопия и дифракционные методы исследования

2.1. Сканирующая и зондовая электронные микроскопии

Теоретические основы электронной микроскопии. Взаимодействия электронов с веществом. Рассеяние электронов. Основные классы электронных микроскопов (сканирующий, просвечивающий и зондовый) и принципы их работы. Сканирующая (растровая) электронная микроскопия (СЭМ). Принципы работы СЭМ. Методы получения увеличенного изображения. Приставки для сканирующего электронного микроскопа. Низковакуумная сканирующая электронная микроскопия. Интерпретация изображений. Детекторы сигналов, их характеристики и влияние на формирование

контрастов. Выбор типа сигналов. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Атомно-силовой и туннельный электронный микроскоп. Теоретические основы получения изображений в СЗМ. Особенности пробоподготовки неорганических объектов в электронной микроскопии.

2.2. Просвечивающая электронная микроскопия

Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Устройство просвечивающих электронных микроскопов: источник электронов, электромагнитные линзы, вакуумная система, держатель образцов. Виды катодов: термоэлектронная эмиссия и автоэлектронная эмиссия. Упругое и неупругое рассеивание электронов. Светлопольное и темнопольное изображение. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов.

2.3. Рентгенофлуоресцентный анализ

Рентгеновская флуоресценция, обозначение рентгеновских линий. Аппаратура, используемая в РФЛА. Энергодисперсионные и волнодисперсионные спектрометры. Детекторы рентгеновского излучения. Способы рентгенофлуоресцентного анализа. Качественный анализ, сигнатурный анализ. Количественный анализ, способы учета матричного эффекта, внутренний и внешний стандарт. Поэлементное картирование поверхности. Области использования и преимущества РФЛА в технологии неорганических веществ.

2.4. Дифракция электронов и рентгеновского излучения

Фазовый и структурный анализ. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Уравнение Вульфа-Брэгга. Принципы и возможности порошкового метода, расчет дифрактограмм. Определение сингонии, параметров решетки. Определение размера кристаллитов. Формула Шеррера. Влияние размеров частиц на рентгеновскую дифракцию в них. Дифракция электронов. Методы компьютерного расчета электронограмм. Построение профильных кривых радиального распределения интенсивности упругого рассеивания электронов и их обработка.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– теоретические основы инструментальных методов анализа сырья и продуктов в технологии неорганических веществ;	+	+	+	
2	– процессы формирования аналитического сигнала в различных методах анализа;	+	+	+	
3	– основы физических теорий взаимодействия электромагнитного поля, излучения, потока частиц с молекулой;	+	+	+	
4	– основы важнейших физических методов исследования в химии;	+	+	+	
5	– основные принципы измерений в стандартных приборах;	+	+	+	
6	– основы метрологии инструментальных методов анализа сырья и продуктов неорганической химии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.	+	+	+	
	Уметь:				
7	– применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач.	+	+	+	
	Владеть:				
8	– методологией, широко используемых инструментальных методов в современной аналитической практике в неорганической технологии;	+	+	+	
9	– системой выбора инструментального метода качественного и количественного химического анализа;	+	+	+	
10	– оценкой возможностей инструментальных метода анализа;	+	+	+	
11	– основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа.	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие (какие) компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)					
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
12	– ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных	– ОПК-1.4. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач;	+	+	+
		– ОПК-1.5 Умеет формулировать и представлять результаты научного исследования;	+	+	+

	исследований и технических разработок.	– ОПК-1.6 Владеет методами научного исследования.	+	+	+
13	– ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты для решения производственных и научных задач	– ОПК-2.1. Знает теорию физико-химических методов анализа	+	+	+
		– ОПК-2.2. Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа	+	+	+
		– ОПК-2.3. Знает методы целенаправленного сбора и анализа научной литературы	+	+	+
		– ОПК-2.4. Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач	+	+	+
		– ОПК-2.5. Умеет анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по заданной теме	+	+	+
		– ОПК-2.6. Владеет идеологией и системой выбора инструментальных методов химического анализа, а также оценкой возможностей каждого метода	+	+	+
		– ОПК-2.7. Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа	+	+	+
		– ОПК-2.8. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных	+	+	+

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	Основы спектроскопии. Расчет характеристической длины волны. Терм.	2
		Количественный анализ в молекулярной и атомной спектроскопии. Решение типовых аналитических задач.	2
		Колебательные спектры. Расшифровка ИК и КР-спектров.	2
		Кривые распределения частиц по размерам.	1
		Качественный и количественный анализ в хроматографии.	3
2	2	Обработка данных сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии	4
		Анализ характеристического рентгеновского излучения. Расшифровка рентгенофлуоресцентного спектра и спектров характеристических потерь энергии электронов.	1
		Профильный анализ рентгеновских дифрактограмм. Работа с базами данных дифрактограмм.	3

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине *«Инструментальные методы исследования в химической технологии»*, а также дает знания о методиках определения физико-химических свойств неорганических веществ и требованиях к выполнению методик, обеспечивающих достоверность получаемых результатов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов (максимально по 10 балла 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	1	Спектроскопический контроль содержания неорганических соединений в воде	4
	1	Определение кристаллической структуры диоксида титана по спектрам комбинационного рассеяния	4
	2	Гранулометрический анализ по данным электронной микроскопии	4
	2	Электроннографический анализ кристаллической структуры вещества	4
	2	Расчет размеров кристаллитов по данным	4

		дифракции рентгеновского излучения с помощью уравнения Шеррера	
	1	Определение размера частиц в жидкой среде методом динамического светорассеяния	4
	1	Определение размера частиц методом лазерной дифракции	4
	1	Анализ фенола в воде методом газовой хроматографии	4
	1	Анализ фенола в воде методом высокоэффективной хроматографии	4
	2	Определение анионного состава минеральной воды	4
	2	Определение катионного состава минеральной воды	4
	2	Определение состава фосфатного сырья рентгенофлуоресцентным методом	4
	2	Построение элементных карт распределения компонентов в грануле комплексного удобрения рентгенофлуоресцентным методом	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче контрольных работ по материалу лекционного курса (1 семестр) и лабораторного практикума (1 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 20 баллов) и лабораторного практикума (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (1 семестр) составляет 10 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 2 балла за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Понятие о физических методах исследования. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.
2. Электронная спектроскопия (ультрафиолетовая и видимая области). Механизм поглощения видимых и ультрафиолетовых лучей.
3. Закон Бугера-Ламберта-Бера и причины отклонения от него.

Вопрос 1.2.

1. Метод добавок и калибровочных кривых. Правило выбора светофильтра и длины волны.
2. Методы колебательной спектроскопии. Общая характеристика методов. Основные типы колебаний.
3. Валентные и деформационные колебания атомов в молекулах. Проявление различных видов колебаний в инфракрасных спектрах.

Вопрос 1.3.

1. Типичные области частот колебаний функциональных групп отдельных классов неорганических и органических соединений.
2. Расшифровка инфракрасных спектров по корреляционным диаграммам и таблицам характеристических частот. Количественный анализ по ИК-спектрам. Приготовление образцов для записи ИК-спектров.
3. Метод динамического рассеяния света. Автокорреляционная функция. Формула Эйнштейна-Стокса.

Вопрос 1.4.

1. При фотометрировании стандартного раствора вещества ($M=289$ г/моль) с концентрацией $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л получена величина оптической плотности 0,392, толщина кюветы $l=2$ см. Рассчитать величину молярного коэффициента поглощения вещества и определить концентрацию этого вещества в анализируемом растворе, оптическая плотность которого равна 0,568.
2. Рассчитать минимально определяемую массу (мг) железа (III) по реакции сульфосалициловой кислоты в аммиачной среде. Условия определения: кювета с толщиной слоя $l=5$ см, объем окрашенного раствора $V=5$ мл, коэффициент молярного поглощения равен 4000 л/(моль·см); минимальная оптическая плотность, измеряемая прибором, составляет 0,01.
3. Содержание Ti в образце стали определяли по светопоглощению его комплекса с H_2O_2 . Для маскировки железа добавили H_3PO_4 . После растворения 0,25 г стали раствор разбавили до 100 мл. В три колбы вместимостью 50 мл поместили по 25 мл этого раствора и добавили: в первую колбу стандартный раствор, содержащий 0,5 мг Ti, растворы H_2O_2 и H_3PO_4 , во вторую – растворы H_2O_2 и H_3PO_4 , в третью – раствор H_3PO_4 (нулевой раствор). Растворы довели до метки и фотометрировали два первых раствора относительно третьего. Получили оптические плотности: $D_{x+ст} = 0,65$; $D_{ст} = 0,25$.

Вопрос 1.5.

1. При определении кадмия в сточных водах к анализируемому раствору добавляют девятикратный объем органического реагента L с концентрацией 10^{-3} М и измеряют поглощение образующегося комплекса CdL_2^{2+} в кюветах $l = 1$ см при $\lambda = 610$ нм. Поглощение раствора, приготовленного смешением раствора соли кадмия, содержащего 2,81 мкг металла в 1 мл, и раствора реагента, оказалось равным 0,15. Поглощение раствора реагента при $\lambda = 610$ нм равно 0,04. Рассчитайте молярные коэффициенты поглощения комплекса кадмия и органического реагента при указанной длине волны.

2. Для определения железа в воде в мерных колбах вместимостью 50 мл были приготовлены стандартный и исследуемый растворы. Для приготовления стандартного раствора взяли 8 мл раствора железа (III) ($C_{\text{Fe}} = 0,01$ мг/мл), а для приготовления исследуемого — 25 мл исследуемой воды. После добавления соответствующих реактивов оптическую плотность растворов определили на фотоколориметре: $D_{\text{ст}}=0,65$; $D_{\text{x}}= 0,62$. Вычислить концентрацию железа в исследуемом растворе (мг/л).
3. Определение никеля в стали проводили фотометрическим методом с диметилглиоксимом. Навеска стали 0,201 г после растворения переведена в мерную колбу вместимостью 100 мл. Для фотометрирования 5 мл полученного раствора поместили в мерную колбу вместимостью 200 мл. Оптическая плотность этого раствора составляла 0,3. В другую мерную колбу вместимостью 200 мл поместили стандартный раствор, содержащий 0,045 мг никеля, и подготовили для фотометрирования аналогично исследуемому раствору. Оптическая плотность стандартного раствора составляла 0,3. Вычислить массовую долю никеля в исследуемой стали.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Теоретические основы электронной микроскопии.
2. Взаимодействия электронов с веществом. Рассеяние электронов.
3. Основные классы электронных микроскопов (сканирующий, просвечивающий и зондовый) и принципы их работы.

Вопрос 2.2.

1. Дифракция электронов. Виды электронограмм.
2. Упругое и неупругое рассеивание электронов. Светлопольное и темнопольное изображение.
3. Детекторы сигналов в СЭМ, их характеристики и влияние на формирование контрастов. Выбор типа сигналов.

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

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* (1 семестр)– 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачет с оценкой).

Итоговая работа включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса (по 10 баллов за каждый вопрос).

1. Валентные и деформационные колебания атомов в молекулах.
2. Рассчитать минимально определяемую массу (мг) железа (III) по реакции сульфосалициловой кислоты в аммиачной среде. Условия определения: кювета с толщиной слоя $l=5$ см, объем окрашенного раствора $V=5$ мл, коэффициент молярного поглощения равен 4000 л/(моль·см); минимальная оптическая плотность, измеряемая прибором, составляет 0,01.
3. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Устройство просвечивающих электронных микроскопов: источник электронов, электромагнитные линзы, вакуумная система, держатель образцов.

4. К 10 г анализируемой смеси было добавлено вещество-стандарт гексан в количестве 1 г. На хроматограмме полученной смеси были обнаружены пики этанола, изопропанола, н-бутанола, гексана, этилацетата, и метилметакрилата, имеющих площадь 92, 48, 15, 40, 22 и 34 $\mu\text{В}\cdot\text{с}$, соответственно. K_i будет равен 0.85, 1.08, 1.14, 1.15 и 1.21 для этанола, изопропанола, н-бутанола, этилацетата, и метилметакрилата соответственно. Найти концентрацию компонентов (%) в смеси.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*Инструментальные методы исследования в химической технологии*» включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Всего на зачете можно получить до 40 баллов.

Пример билета для *зачета с оценкой*:

«Утверждаю» И.о. заведующего кафедрой ТНВ и ЭП Колесников А.В. «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов
	18.04.01 Химическая технология Магистерская программа «Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства»
	Инструментальные методы исследования в химической технологии
Билет № 1 1. Валентные и деформационные колебания атомов в молекулах. 2. Рассчитать минимально определяемую массу (мг) железа (III) по реакции сульфосалициловой кислоты в аммиачной среде. Условия определения: кювета с толщиной слоя $l=5$ см, объем окрашенного раствора $V=5$ мл, коэффициент молярного поглощения равен 4000 л/(моль·см); минимальная оптическая плотность, измеряемая прибором, составляет 0,01. 3. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Устройство просвечивающих электронных микроскопов: источник электронов, электромагнитные линзы, вакуумная система, держатель образцов. 4. К 10 г анализируемой смеси было добавлено вещество-стандарт гексан в количестве 1 г. На хроматограмме полученной смеси были обнаружены пики этанола, изопропанола, н-бутанола, гексана, этилацетата, и метилметакрилата, имеющих площадь 92, 48, 15, 40, 22 и 34 $\mu\text{В}\cdot\text{с}$, соответственно. K_i будет равен 0.85, 1.08, 1.14, 1.15 и 1.21 для этанола, изопропанола, н-бутанола, этилацетата, и метилметакрилата соответственно. Найти концентрацию компонентов (%) в смеси.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Брандон. Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учебное пособие: Пер. с англ. / Д. Брандон, У. Каплан; Под ред. С.Л. Баженова. – М.: Техносфера. 2004. – 377 с.
2. Гельперина С.Э. Введение в фармацевтическую нанотехнологию: учеб. Пособие / С.Э. Гельперина, Ю.В. Ермоленко, Т.С. Ковшова, Ю.А. Малиновская, А.Н. Морозов, Н.С. Осипова, А.С. Семенкин, Ю.В. Ульянова, Р.В. Якушин; под ред. А.Г. Мажуги. -М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2021. -232 с.
3. Рид С., Дж. Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии: пер. с англ. / ер. -М.: Техносфера. 2008. - 229 с.
4. Айвазов Б.В. Основы газовой хроматографии: учебное пособие / Б.В. Айвазов. -М.: Высш. шк. 1977. -183 с.
5. Хайвер К. Высокоэффективная газовая хроматография: пер. с англ. / К. Хайвер [и др.]; ред. К. Хайвер. -М.: Мир. 1993. – 289 с.
6. Градус С.Я. Руководство по дисперсионному анализу методом микроскопии / Л.Я. Градус. -М.: Химия. 1979. - 232 с.
7. Конюхов В.Ю. Хроматография: учебник / В.Ю. Конюхов. – СПб.; М.; Краснодар: «Лань». 2012. -222 с.
8. Винарский В.А., Юрченко Р.А., Коваленко А.Е., Кузовлев В.Ю., Гладырев В.В. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: учеб. пособие. - М.: Издательство РХТУ, 2013. - 152 с.
9. Бёккер Ю. Спектроскопия. Москва: Техносфера, 2009. - 528 с.
10. Юртов, Е. В. Серцова А.А. Сканирующая зондовая микроскопия для исследования свойств наноматериалов: учебно-методический комплекс. - М.: Издательство РХТУ, 2010. - 148 с.
11. Гаврилова Н. Н., Назаров В. В., Яровая О. В. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 52 с.

Б. Дополнительная литература

1. Демидова Л.А. Электронно-микроскопические исследования энергонасыщенных материалов: учебное пособие / Л.А. Демидова, А.П. Денисюк. -М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. -155 с.
2. Горелик С.С. Рентгенографический и электронографический анализ металлов. (Практическое руководство по рентгенографии, электронографии и электронной микроскопии): учеб. Пособие для вузов / С.С. Горелик, Л.Н. Расторгуев, Ю.А. Скаков. – М.: Металлургиздат, 1963. -256 с.
3. Зондовая нанолaborатория «ИНТЕГРА Спектра». Спектроскопия комбинационного рассеяния / сост.: Т.О Липатьева, В.Н. Сигаев. -М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. – 30 с.
4. Потапова Е.Н. Микроскопические методы исследования вяжущих материалов: учебное пособие / Е.Н. Потапова, О.П. Баринова; Министерство науки и высшего образования РФ, РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. -168 с.
5. Поливанова А.Г. Высокоэффективная жидкостная хроматография биологически активных веществ: лабораторный практикум: Учебное пособие / А.Г. Поливанова. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2013. – 55 с.
6. Баффингтон Р. Детекторы для газовой хроматографии: пер. с нем. / Р. Баффингтон, М. Уилсон. -М.: Мир. 1993. – 79 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Аналитической химии» ISSN 0044-4502
- Журнал «Физическая химия» ISSN 0044-4537
- Журнал «Кристаллография» ISSN 0023-4761

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://e.lanbook.com/> - электронно-библиотечная система Лань
- <http://lib.muctr.ru/> - электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)
- <https://scifinder-n.cas.org> - 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
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - полнотекстовые коллекции журналов и книг крупнейшего академического издательства Wiley Journals Database
- <https://www.orbit.com> - база данных патентного поиска Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium)
- <https://sk.sagepub.com/books/discipline> - электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections
- <https://www.worldscientific.com> - мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing
- <https://www.nature.com> - полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group
- <https://scitation.org> - электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing
- <https://eurekaselect.com/bypublication> - полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science
- <https://journals.rcsi.science/> - научные журналы РАН
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <https://www.rms.org.uk/> - королевское сообщество по микроскопическим методам исследования
- <https://www.sciencedirect.com> - книги и журналы издательства Elsevier
- <http://link.springer.com/> - электронные книги издательства SpringerNature
- <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://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - научная электронная библиотека
- <http://doaj.org/> - база полнотекстовых журналов Directory of Open Access Journals (DOAJ)
- <https://www.doabooks.org/> - база более 3000 книг по различным отраслям знаний Directory of Open Access Books (DOAB)

- <https://www.biomedcentral.com/> - база данных журналов BioMed Central
- <https://arxiv.org/> - бесплатный архив электронных научных публикаций
- <http://www.mdpi.com/> - коллекция журналов MDPI AG
- <http://www.intechopen.com/> - издательство книг с открытым доступом InTech
- <http://www.chemspider.com/> - база данных химических соединений ChemSpider
- <http://journals.plos.org/plosone/> - коллекция журналов PLOS ONE
- <http://www.uspto.gov/> - ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO
- <http://worldwide.espacenet.com/> - база данных патентов (либо патентных заявок) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро
- http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - информационные ресурсы федерального института промышленной собственности свободного доступа
- <https://pubs.rsc.org/en/journals> - база журналов издательства The Royal Society of Chemistry
- <https://www.tandfonline.com/> - база журналов издательства Taylor & Francis

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 240);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200).

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 01.01.2021 г. составляет 1 716 243 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 *«Инструментальные методы исследования в химической технологии»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.
- Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.
- Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

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

- Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.
- Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Спектроскопия и спектроскопические методы анализа	<i>Знает:</i> - теоретические основы инструментальных методов анализа сырья и продуктов в технологии неорганических веществ; - процессы формирования аналитического сигнала в различных методах анализа; - основы физических теорий взаимодействия электромагнитного поля, излучения, потока частиц с молекулой; - основы важнейших физических методов исследования в химии; - основные принципы измерений в стандартных приборах; - основы метрологии инструментальных методов анализа сырья и продуктов неорганической химии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК. <i>Умеет:</i> - применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач. <i>Владеет:</i> - методологией, широко используемых инструментальных методов в современной аналитической практике в неорганической технологии; - системой выбора инструментального метода качественного и количественного химического анализа; - оценкой возможностей инструментальных методов анализа; - основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа.	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр) Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (1 семестр)

Раздел 2. Методы электронной микроскопии и хроматография	<i>Знает:</i> - теоретические основы инструментальных методов анализа сырья и продуктов в технологии неорганических веществ; - процессы формирования аналитического сигнала в различных методах анализа; - основы физических теорий взаимодействия электромагнитного поля, излучения, потока частиц с молекулой; - основы важнейших физических методов исследования в химии; - основные принципы измерений в стандартных приборах; - основы метрологии инструментальных методов анализа сырья и продуктов неорганической химии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК. <i>Умеет:</i> - применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач. <i>Владеет:</i> - методологией, широко используемых инструментальных методов в современной аналитической практике в неорганической технологии; - системой выбора инструментального метода качественного и количественного химического анализа; - оценкой возможностей инструментальных методов анализа; - основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа.	Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр) Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (1 семестр)

Раздел 3. Лабораторный практикум	<i>Знает:</i> - теоретические основы инструментальных методов анализа сырья и продуктов в технологии неорганических веществ; - процессы формирования аналитического сигнала в различных методах анализа; - основы физических теорий взаимодействия электромагнитного поля, излучения, потока частиц с молекулой; - основы важнейших физических методов исследования в химии; - основные принципы измерений в стандартных приборах; - основы метрологии инструментальных методов анализа сырья и продуктов неорганической химии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК. <i>Умеет:</i> - применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач. <i>Владеет:</i> - методологией, широко используемых инструментальных методов в современной аналитической практике в неорганической технологии; - системой выбора инструментального метода качественного и количественного химического анализа; - оценкой возможностей инструментальных методов анализа; - основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа.	Оценка за лабораторный практикум (1 семестр) Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (1 семестр)

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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- 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
«Инструментальные методы исследования в химической технологии»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
 «Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства»

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

«Катализаторы и каталитические процессы»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их
производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов, д.х.н. Е.Ю. Либерман, д.т.н., профессором Коньковой Т.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов «28» апреля 2025 г., протокол №5.

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Катализаторы и каталитические процессы»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии обезвреживания и переработки техногенных отходов.

Цель дисциплины - приобретение магистрантами знаний, умений, владений и формировании компетенций в области теории и практики гетерогенно-каталитических процессов технологии неорганических веществ, и использование их результатов в профессиональной деятельности.

Задачей дисциплины **«Катализаторы и каталитические процессы»** является изучение кинетики каталитических реакций, синтеза катализаторов, рассмотрение взаимосвязей «состав-свойства-каталитическая активность» и путей повышения эффективности каталитических процессов технологии неорганических веществ путем применения новых высокоэффективных каталитических композиций и оптимизации существующих технологических режимов.

Дисциплина **«Катализаторы и каталитические процессы»** 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**:

4.3 Профессиональные компетенции выпускников 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
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
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 химического и химико-технологического производства).	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. 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 В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 6) С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (уровень квалификации – 6)

			ПК-3.2. Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов	
		ПК-4 Способен самостоятельно проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области получения и использования неорганических химических веществ и сорбентов, и катализаторов для их производства	ПК-4.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических химических веществ, способы получения сорбентов и катализаторов и технические требования к ним	
			ПК- 4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний неорганических химических веществ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ	

			ПК – 4.3 Владеет методами получения, исследования и применения неорганических химических веществ и сорбентов, и катализаторов для их производства	
		ПК – 5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производств	ПК – 5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового технологического процесса производства неорганических химических веществ, подбора сорбентов и катализаторов по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные каталитические процессы технологии неорганических веществ;
- механизмы каталитических реакций и их общие кинетические закономерности;
- стационарный и квазистационарный режимы работы катализатора;
- макрокинетика каталитических процессов;
- методы синтеза катализаторов;
- современные методы характеристики катализаторов: рентгенофазовый анализ, рентгенофлуоресцентный анализ, рентгенофотоэлектронная спектроскопия, электронная микроскопия, EXAFS, XANES;
- физические методы исследования кинетики реакций *in situ*.
- особенности проведения стадий синтеза катализаторов и их влияние на свойства конечного продукта
- методы введения и фиксации активных компонентов на поверхности

Уметь:

- применять методы идентификации катализаторов;
- определение кинетических параметров каталитических процессов;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции;
- проводить эксперименты по заданным методикам;
- анализировать и обобщать результаты экспериментов
- анализировать взаимосвязь условий синтеза и свойств получаемых катализаторов

Владеть:

- методами теоретического исследования гетерогенно-каталитических технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;
- методами исследования кинетики гетерогенно-каталитических процессов;
- научными основами синтеза катализаторов заданного состава, пористой структуры и формы.

.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,31	119	89,3
Лекции	1,42	51	38,3
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	3,68	132,6	99,4
Вид контроля:	Зачет с оценкой		
Зачет с оценкой	0,01	0,4	0,3

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. ра- боты	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Теоретические основы ката- лиза	86		14		10		24		38
1.1	Катализ. Основные понятия. Роль катализа в развитии химической и нефтехимической промышленности	10		2		2		0		6
1.2	Кинетика каталитических реакций. Макрокинетика каталитических процессов	35		4		4		9		20
1.3	Методы характеристики катализаторов. Исследование кинетики каталитических реакций	31		8		4		9		12
2.	Раздел 2. Каталитические процессы химической технологии. Применение катализа для решения экологических проблем.	84		20		14		0		50
2.1	Кислотно-основной катализ.	12		4		2		0		10
2.2	Катализ на металлах	12		4		2				10
2.3	Каталитическое окисление	22		4		4		8		10
2.4	Каталитическая очистка газовых смесей от CO, NO _x , CH _x и сажи.	14		4		4		0		10
2.5	Катализ в переработке природного газа. Процесс Клауса. Синтез Фишера-Тропша	12		4		2		0		10

3.	Раздел 2. Научные основы синтеза катализаторов	80		17		10		8		45
3.1	Осажденные катализаторы, золь гель метод.	26		6		4				16
3.2	Нанесенные катализаторы, модифицирование поверхности носителей.	35		5		4				16
3.3	Термообработка катализаторов. Методы регулирования пористой структуры.	21		6		2				13
	ИТОГО	251,6		51		34		34		132,6
	Зачет с оценкой	0,4								0,4
	ИТОГО	252		51		34		34		133

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы катализа. Исторический обзор основных достижений в области технологии неорганических веществ, а также роль катализа в развитии химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Адсорбция. Физическая адсорбция. Пористая структура. Адсорбция на неоднородной поверхности. Химическая адсорбция. Реакционная способность поверхности. Критерии различия физической и химической адсорбции. Десорбция. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Определение активности, числа оборотов (TOF), селективности, элементарного акта, маршрута реакции. Стационарный и квазистационарный режимы катализа. Ленгмюровская кинетика каталитических реакций. Кинетика сложных каталитических реакций по М.И. Темкину. Диффузионная кинетика. Каталитические реакции в нестационарном режиме. Современные методы характеристики катализаторов: рентгенофазовый анализ, рентгенофлуоресцентный анализ, рентгенофотоэлектронная спектроскопия, электронная микроскопия, EXAFS, XANES. Применение физических методов исследования каталитических процессов методами *in situ*.

Раздел 2. Каталитические процессы химической технологии. Применение катализа для решения экологических проблем. Кислотно-основной катализ. Кислоты и основания. Методы определения кислотных и основных центров на поверхности. Кислотные и основные катализаторы и их активные центры. Цеолиты и другие молекулярные сита. Сверхкислоты и сверхоснования. Дегидратация спиртов. Катализ на металлах. Электронное строение переходных металлов. Адсорбция на переходных металлах. Простейшие каталитические реакции на переходных металлах. Нанесенные катализаторы. Размерный эффект. Катализ на оксидах и каталитическое окисление. Энергетические уровни ионов переходных металлов в оксидах. Дефекты в оксидах переходных металлов. Особенности кинетики каталитического окисления. Активация кислорода на поверхности оксидных катализаторов окисления. Каталитическое окисление простых молекул. Глубокое окисление углеводородов. Роль катализа в решении экологических проблем. Каталитическая очистка от вредных газов: CO, C_xH_y, NO_x, SO₂ и др. Очистка природного газа от серы. Синтез Фишера-Тропша.

Раздел 3 Научные основы синтеза катализаторов. Классификация методов получения катализаторов. Осажденные катализаторы. Стадийный механизм формирования гидроксидов при коллоидно-химическом осаждении. Физико-химические основы золь-гель метода. Формирование кристаллической и пористой структуры катализатора в процессе синтеза. Влияние природы темплатов, прекурсоров и pH среды на пористую структуру осажденных материалов. Эмульсионный метод синтеза пористых материалов. Гидротермальная обработка в синтезе катализаторов. Термическая обработка катализаторов: сушка и прокаливание. Новые методы сушки пористых материалов: сублимационная сушка, сушка в сверхкритических условиях. Методы регулирования пористой структуры катализаторов в процессе термообработки. Нанесенные катализаторы. Носители катализаторов, их свойства и методы получения. Синтез углеродных материалов путем карбонизации природного сырья. Методы модифицирования природных материалов. Пилларирование слоистых алюмосиликатов. Модифицирование алюмосиликатов методом ионного обмена. Способы нанесения и закрепления активных компонентов на носителе и регулирование распределения активного компонента на носителе. Привитые поверхностные соединения. Композиционные материалы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– основные каталитические процессы технологии неорганических веществ;		+	+	+
2	– механизмы каталитических реакций и их общие кинетические закономерности;	+	+	+	+
3	– стационарный и квазистационарный режимы работы катализаторов;	+	+	+	+
4	– макрокинетика каталитических процессов;	+	+		
5	– современные методы характеристики катализаторов: рентгенофазовый анализ, рентгенофлуоресцентный анализ, рентгенофотоэлектронная спектроскопия, электронная микроскопия, EXAFS, XANES; термопрограммируемая десорбция и др.	+	+	+	+
6	– физические методы исследования in situ;				
7	– особенности проведения стадий синтеза катализаторов и их влияние на свойства конечного продукта;				
8	– методы ведения и фиксирования активных компонентов на поверхности носителя.				
	Уметь:				
9	– применять методы идентификации катализаторов;				
10	– определение кинетических параметров процессов;	+	+	+	+
11	– анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции	+	+	+	+
8	– проводить эксперименты по заданным методикам;	+	+	+	+
9	– анализировать и обобщать результаты экспериментов	+	+	+	+
10	– анализировать взаимосвязь условий синтеза и свойств получаемых катализаторов				
	Владеть:				
11	– методами теоретического исследования гетерогенно-каталитических технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;	+	+	+	+
12	– методами исследования кинетики гетерогенно-каталитических процессов.	+	+	+	+
13	– научными основами синтеза катализаторов заданного состава, пористой структуры и формы.	+	+	+	+

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
7	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	+	+	+	+
		ПК-3.2. Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов	+	+	+	+
8	ПК-4 Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области обезвреживания и переработки техногенных отходов, газо- и водоочистки	ПК-4.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических химических веществ, способы получения сорбентов и катализаторов и технические требования к ним	+	+	+	+
		ПК- 4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний неорганических химических веществ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ	+	+	+	+
		ПК – 4.3 Владеет методами получения, исследования и применения неорганических химических веществ и сорбентов, и катализаторов для их производства	+	+	+	+
9	ПК – 5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производств	ПК – 5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового технологического процесса производства неорганических химических веществ, подбора сорбентов и катализаторов по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	+	+	+	+

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	Расчет термодинамических параметров реакций	4
2	1	Кинетика каталитических реакций. Макрокинетика процессов. Расчет модуля Тиле	4
3	1	Характеризация катализаторов. Расчет кинетических параметров каталитической реакции	4
4	2	Кислотно-основной катализ. Определение кислотно-основных свойств поверхности катализаторов. Обзор промышленных процессов, протекающих по механизму кислотно-основного катализа. Катализ на металлах. Рассмотрение основных каталитических процессов с участием металлических систем	2
5	2	Каталитическое окисление. Анализ основных каталитических процессов, протекающих с участием оксидных катализаторов. Прогнозирование свойств катализаторов	4
6	2	Промышленные схемы детоксикации газовых смесей от СО, углеводородов, оксидов азота, сажи..	4
7	2	Процесс Клауса. Синтез Фишера-Тропша	2
8	3	Расчет балансов осажденных катализаторов	4
9	3	Получение нанесенных катализаторов	4
10	3	Процессы термообработки катализаторов	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Катализаторы и каталитические процессы*», а также дает знания о методах синтеза катализатора, определения текстурных характеристик и каталитической активности.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 32 баллов (максимально по 8 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	Темы практических занятий	Часы
1	3	Синтез каталитически активных слож- нооксидных композиций	8
2	1	Текстурные характеристики катализа- торов	9
3	1	Окислительная деструкция фурацилина на Me/Al_2O_3 , где $Me - Fe, Co$	8
4	1	Определение активности катализаторов в реакции глубокого окисления ме- тана	9

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (3 семестр).

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 № 1 и № 2 (максимальная оценка 28 баллов), лабораторных работ (32 балла) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы). Максимальная оценка составляет 28 баллов соответственно.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса (1 вопрос – 6 баллов, 2 вопрос – 6 баллов, 3 вопрос – 6 баллов).

Вопрос 1.1.

1. Термодинамика катализа

2. Классификация катализаторов
3. Роль адсорбционных процессов в катализе

Вопрос 1.2.

1. Составить кинетическое уравнение реакции: $A+B+C \rightarrow C$ по уравнению Ленгмюра-Хиншельвуда. Допущения: преимущественная адсорбция A, B, C.
2. Составить кинетическое уравнение реакции: $A+B \rightarrow C+D$ по уравнению Ленгмюра-Хиншельвуда. Допущения: преимущественная адсорбция A, адсорбцией компонента B пренебречь.
3. Составить кинетическое уравнение реакции: $A+B \rightarrow C$ по механизму Ленгмюра-Хиншельвуда. Реакция протекает в присутствии прочносорбируемого инерта X. Допущения: адсорбцией компонента A можно пренебречь,

Вопрос 1.3.

1. Рассчитать активность катализатора PdAg/CeO₂ в реакции окисления CO. Линейная скорость газовой смеси 20 мл/мин, объем катализатора 0,5 см³, исходная смесь: CO – 1 об.%, O₂ – 10 об.%, азот – баланс. При температуре 105°C конверсия составляет 0,45.
2. Рассчитать активность в реакции конверсии CO в присутствии катализатора Cu_{0.2}Ce_{0.8}O₂. Линейная скорость газовой смеси 20 мл/мин, масса катализатора 0,3 г. При 205°C конверсия составляет X = 0,37, при 236°C – X = 0,55. Исходная смесь: CO – 1 об.%, O₂ – 10 об.%, азот – баланс.
3. Рассчитать энергию активации реакции полной конверсии метана в присутствии катализатора Sn_{0.2}Ce_{0.8}O₂. Линейная скорость газовой смеси 12 мл/мин, масса катализатора 1 г. При 525°C конверсия составляет X = 0,35, при 586°C – X = 0,65.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа 10 баллов

Вариант 1

Нанесенный катализатор получали пропиткой носителя (γ -Al₂O₃) раствором нитрата лантана. Для этого носитель опускали на определенное время в раствор соли, затем вынимали из раствора, сушили и прокаливали для разложения нитрата и образования оксида. Количество нанесенного активного компонента определяли по изменению концентрации прекурсора в пропиточном растворе до и после пропитки носителя. Начальная концентрация раствора нитрата лантана (III) – 0,9 моль/л, конечная концентрация – 0,89 моль/л, масса носителя 1,2 г, начальный объем пропиточного раствора - 60 мл, после пропитки – 59,3 мл. Рассчитать содержание активного компонента в катализаторе (% масс.) в пересчете на оксид (La₂O₃) и на металл.

Вариант 2

Нанесенный катализатор получали пропиткой носителя (γ -Al₂O₃) раствором нитрата лантана. Для этого носитель опускали на определенное время в раствор соли, затем вынимали из раствора, сушили и прокаливали для разложения нитрата и образования оксида. Количество нанесенного активного компонента определяли по изменению концентрации прекурсора в пропиточном растворе до и после пропитки носителя. Начальная концентрация раствора нитрата лантана (III) – 0,8 моль/л, конечная концентрация – 0,79 моль/л, масса носителя 1,6 г, начальный объем пропиточного раствора - 90 мл, после пропитки – 89 мл. Рассчитать содержание активного компонента в катализаторе (% масс.) в пересчете на оксид (La₂O₃) и на металл.

Вариант 3

Носитель γ -Al₂O₃ с объемом пор 0,4 см³/г опрыскивали смесью растворов нитратов меди и железа с концентрацией 1,1 моль/л без избытка по влагоемкости, молярное соотношение Cu : Fe = 2 : 3. Носитель с нанесенными активными компонентами высушивали, а затем

прокаливали для разложения солей и образования оксидов. Рассчитать суммарное содержание активных компонентов в полученном катализаторе (% масс.) в пересчете на оксиды (CuO и Fe_2O_3) и на металлы.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зачет с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3 и 4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса: 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Виды катализа, стадии гетерогенно каталитического процесса, области его протекания
2. Термодинамика катализа. Путь реакции. Маршрут реакции.
3. Классификация катализаторов, основы их получения.
4. Адсорбционные процессы в катализе.
5. Физическая адсорбция.
6. Пористость. Исследование пористой структуры катализаторов.
7. Хемосорбция. Особенности протекания хемосорбции.
8. Хемосорбционные методы определения активной поверхности.
9. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Активность, селективность, выход.
10. Закон действующих поверхностей. Механизм Ленмюра-Хиншельвуда.
11. Механизм Или-Ридила.
12. Физико-химические методы исследования катализаторов.
13. Применение методов *in situ* для исследования кинетики каталитических реакций.
14. Кислотно-основной катализ. Методы определения кислотных и основных центров.
15. Цеолиты, алюмосиликаты. Природа каталитических свойств.
16. Катализ на металлах. Особенности строения металлов. Размерный эффект.
17. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные реакции.
18. Спилловер водорода.
19. Основные типы промышленных металлических катализаторов.
20. Каталитическое окисление. Теория координационного поля. Зонная теория.
21. Механизм Марса-Ван-Кровелена. Формы активации кислорода.
22. Очистка промышленных, автомобильных и дизельных выбросов.
23. Очистка от серы. Процесс Клауса
24. Синтез Фишера-Тропша.
25. Органические носители катализаторов, их свойства, способы получения
26. Карбонизация природного сырья
27. Неорганические носители катализаторов, их свойства, способы получения.
28. Природные материалы, методы их модифицирования.
29. Пилларирование слоистых алюмосиликатов.
30. Получение силикагеля.

8.3.1 Структура и примеры билетов для экзамена

Зачет с оценкой по дисциплине «*Катализаторы и каталитические процессы*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по рабочей программе дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» И.о. зав.кафедрой ТНВиЭП	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

_____ А.В. Колесников (Подпись) «__» _____ 20__ г.	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов
	18.04.01 Химическая технология Магистерская программа – «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»
	Катализаторы и каталитические процессы
Билет № 12 1. Механизм Марса- Ван-Кревелена. Активация кислорода на поверхности оксидных катализаторов 2. Неорганические носители катализаторов, их свойства, способы получения.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Конькова, Т. В. Основы технологии катализаторов гетерогенных процессов [Текст] : учебное пособие / Т. В. Конькова. - М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. - 120 с. : ил. ; 7,0 усл.печ.л. - Библиогр.: с. 119-120. - 100 экз. - ISBN 978-5-7237-1604-9.
2. Аветисов, А. К. Прикладной катализ: учебник / А. К. Аветисов, Л. Г. Брук; под редакцией О. Н. Темкина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-3854-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126902> (дата обращения: 11.04.2022).
3. Сибаров, Д. А. Катализ, каталитические процессы и реакторы : учебное пособие / Д. А. Сибаров, Д. А. Смирнова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2158-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212642> (дата обращения: 11.04.2022).

Б. Дополнительная литература

1. Крылов, О. В. Гетерогенный катализ [Текст] : учебное пособие для вузов / О. В. Крылов. - М. : Академкнига, 2004. - 679 с : ил. - (Классический университетский учебник XXI века). - Библиогр.: с. 665-668 . - Предм. указ.: с. 669-676. - ISBN 5-94628-141-0
1. Писаренко, В. Н. Процессы адсорбции веществ на гетерогенных катализаторах: теория и методы моделирования [Текст] : учебное пособие / В. Н. Писаренко, Е. В. Писаренко. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 72 с. : ил. - Библиогр.: с. 72.
2. Романовский, Б. В. Основы катализа [Текст] : учебное пособие / Б. В. Романовский. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 172 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - Библиогр.: с. 168-169. - ISBN 978-5-9963-0520-9.

Журналы

1. Катализ в промышленности ISSN 2413-6476
2. Кинетика и катализ ISSN 0453-8811
3. Журнал физической химии ISSN 0044-4537
4. Журнал прикладной химии ISSN 0044-4618
5. Журнал неорганической химии ISSN 0044-457X
6. Неорганические материалы ISSN 0002-337X
7. Химическая промышленность сегодня ISSN 2713-2854
8. Водоочистка ISSN 7420-7381
9. Теоретические основы химической технологии ISSN 0040-3571

Б. Дополнительная литература

1. Шлыков, С. А. Катализ в промышленности. Теория и прикладные каталитические процессы : учебное пособие / С. А. Шлыков. — Иваново : ИГХТУ, 2018. — 101 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/127526> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Крылов, О. В. Гетерогенный катализ [Текст] : учебное пособие для вузов / О. В. Крылов. - М. : Академкнига, 2004. - 679 с : ил. - (Классический университетский учебник XXI века). - Библиогр.: с. 665-668 . - Предм. указ.: с. 669-676. - ISBN 5-94628-141-0.
3. Писаренко, В. Н. Процессы адсорбции веществ на гетерогенных катализаторах: теория и методы моделирования [Текст] : учебное пособие / В. Н. Писаренко, Е. В. Писаренко. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 72 с. : ил. - Библиогр.: с. 72.

Журналы

1. Катализ в промышленности ISSN 2413-6476
2. Кинетика и катализ ISSN 0453-8811
3. Журнал физической химии ISSN 0044-4537
4. Журнал прикладной химии ISSN 0044-4618
5. Журнал неорганической химии ISSN 0044-457X
6. Неорганические материалы ISSN 0002-337X
7. Химическая промышленность сегодня ISSN 2713-2854
9. Теоретические основы химической технологии ISSN 0040-3571

Интернет ресурсы

- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- <http://www.nsknano.ru/> - Новосибирские Наноматериалы
- www.14000.ru - Информационный сайт по системам экологического менеджмента, энерго- и ресурсоэффективным технологиям производства
- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> - "Нанометр" - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> - «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> - Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
- <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://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах

- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

компьютерные презентации интерактивных лекций – 15;

- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 41);
- 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. Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Электронные информационные ресурсы, доступные пользователям РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2025 году (2 квартал)

№	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 г. Ссылка на сайт- https://scifinder-n.cas.org Количество ключей – доступ для	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,

		пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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 г. Ссылка на сайт- https://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 от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025 г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	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	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	eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний. Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	
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 г. 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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co
		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 - 2034 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 Collectionsъ 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 ю	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 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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	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:

		пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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.	Books – 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	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. 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 Бессрочно

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.

3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатным архивом электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.

4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

5. 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.

6. База данных химических соединений ChemSpider

<http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллиону структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

7. 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. рецензирование.

8. 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.

9. 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.

10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
 - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня
11. 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>
12. 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>
13. 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>
14. 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/>
15. 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>
16. 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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Экологический катализ: научные и практические аспекты» проводятся в форме лекций и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных 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 выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28-35ЭА/2020 от	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная

		26.05.2020		
5.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6.	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
7.	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom 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
10.	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
11.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
12.	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
13.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
14.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
15.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

16.	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
17.	Instrument Control Toolbox Classroom 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
18.	Image Processing Toolbox Classroom 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
19.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom 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
20.	System Identification Toolbox Classroom 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
21.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
22.	Statistics Toolbox Classroom 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
23.	Global Optimization Toolbox Classroom 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
24.	Partial Differential Equation Classroom 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
25.	Optimization Toolbox Classroom 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
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Single Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

		07.09.2021		
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Re- newal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72- 99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на ра- бочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на ра- бочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на ра- бочих станциях	бессрочная
32.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на ра- бочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на ра- бочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом пере- хода на об- новлённую версию про- дукта)
34.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом пере- хода на об- новлённую версию про- дукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на ра- бочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на ра- бочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от	1	30.09.2025

		25.11.2024		
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41.	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. Катализ. Теоретические основы катализа Раздел 2 Каталитические процессы химической технологии. Применение катализа для решения экологических проблем	<i>Знать:</i> – основные каталитические процессы технологии неорганических веществ; – механизмы каталитических реакций и их общие кинетические закономерности; – стационарный и квазистационарный режимы работы катализатора; – макрокинетика каталитических процессов; – современные методы характеристики катализаторов: рентгенофазовый анализ, рентгенофлуоресцентный анализ, рентгенофотоэлектронная спектроскопия, электронная микроскопия, EXAFS, XANES; – физические методы исследования кинетики реакций in situ. <i>Уметь</i> – применять методы идентификации катализаторов; – определение кинетических параметров каталитических процессов; – анализировать взаимосвязь техно-	Оценка за контрольную работу №1 Оценка - зачет с оценкой (3 семестр)

	логических параметров и эффективности процесса и качества продукции; – проводить эксперименты по заданным методикам; – анализировать и обобщать результаты экспериментов <i>Владеть:</i> – методами теоретического исследования гетерогенно-каталитических технологических процессов производства неорганических веществ и материалов; – методами характеристики катализаторов, исследования кинетики гетерогенно-каталитических процессов.	
Раздел 3. Научные основы синтеза катализаторов	<i>Знать:</i> – особенности проведения синтеза катализаторов и их влияние на свойства конечного продукта – методы введения и фиксирования активных компонентов на поверхности носителя <i>Уметь:</i> – анализировать взаимосвязь условий синтеза и свойств получаемых катализаторов <i>Владеть:</i> – научными основами синтеза катализаторов заданного состава, пористой структуры и формы	Оценка за контрольную работу №2 Оценка - зачет с оценкой (3 семестр)

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 высшего образования – 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
«Катализаторы и каталитические процессы»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
 «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»

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

«Комплексная переработка минерального сырья»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для
их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов М.Б. Алехиной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов «28» апреля 2025 г., протокол № 5.

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Комплексная переработка минерального сырья»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии неорганических веществ.

Цель дисциплины – расширение и углубление знаний и практических навыков при подготовке магистров в химико-технологическом ВУЗе в области химической технологии переработки минерального сырья.

Задачи дисциплины – ознакомление с промышленными ресурсосберегающими технологиями, номенклатурой и свойствами промышленных экстрагентов, развитие способностей к анализу и совершенствованию технологических процессов на примерах типовых процессов и методов расчета экстракционных установок, а также формирование у обучающихся системных знаний в области ресурсосберегающих технологий.

Дисциплина **«Комплексная переработка минерального сырья»** 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 химического и химико-технологического производства).	ПК-4 Способен самостоятельно проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области получения и использования неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-4.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических химических веществ, способы получения сорбентов и катализаторов и технические требования к ним	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 В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. (уровень квалификации – 6)
		ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и	ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний неорганических химических веществ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ	
			ПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства неорганических химических веществ, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации оборудования для их производства, критерии оценки технологичности и повышения эффективности	

		оборудования производства неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	процессов производства неорганических химических веществ	
			ПК-5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового технологического процесса производства неорганических химических веществ, подбора сорбентов и катализаторов по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- физико-химические свойства редкоземельных элементов и их основных соединений,
- основные виды редкоземельного сырья,
- способы извлечения РЗЭ из полупродуктов переработки апатита азотнокислотным и сернокислотным методами,
- основные методы разделения природной смеси РЗЭ на индивидуальные элементы.

Уметь:

- подобрать экстрагенты и адсорбенты (ионообменники) для конкретных процессов разделения и очистки,
- составить и рассчитать материальные потоки процесса, исходя из заданных условий;
- составить принципиальную технологическую схему,
- провести технологический расчет экстракционного каскада;

Владеть:

- методами получения и обработки экспериментальных данных,
- навыками работы с лабораторными установками,
- методами расчета экстракционных процессов,
- сведениями об особенностях технологий и оборудования.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,11	76	57
Вид контроля:	Экзамен		
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

		Академ. часов			
№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Физико-химические основы процессов извлечения и разделения РЗЭ	72	13	28	31
2.	Раздел 2. Технология и расчет процессов извлечения и разделения РЗЭ	72	4	23	45
	ИТОГО	144	17	51	76
	Экзамен	36			
	ИТОГО	180	17	51	76

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физико-химические основы процессов извлечения и разделения РЗЭ

Краткая история развития ресурсосберегающих технологий в технологии неорганических веществ. Физические и химические свойства РЗЭ и их соединений. Структура атомов. Физико-химические свойства металлов и их ионов. Основные химические соединения и их свойства. Оксиды. Гидроксиды. Нитраты. Галогениды. Карбонаты. Оксалаты. Комплексные соединения. Ионы лантаноидов в водных растворах. Степени окисления ионов РЗЭ. Соединения с аномальной степенью окисления,

Основные виды редкоземельного сырья. Бастнезит. Лопарит. Монацит. Ксенотим. Апатит. Распространенность в природе. Содержание РЗЭ в рудах и концентратах.

Раздел 2. Технология и расчет процессов извлечения и разделения РЗЭ

Извлечение РЗЭ при переработке апатита. Распределение РЗЭ в полупродуктах переработки апатитового концентрата азотнокислотным методом. Распределение РЗЭ в полупродуктах переработки апатитового концентрата сернокислотным методом. Технологические схемы выделения РЗЭ при переработке апатитового концентрата азотнокислотным и сернокислотным методами.

Разделение природной смеси РЗЭ на индивидуальные элементы и получение чистых индивидуальных соединений. Окислительно-восстановительные методы разделения. Выделение церия. Выделение европия. Разделение смеси РЗЭ ионообменным методом. Разделение смеси РЗЭ жидкостной экстракцией. Полные схемы разделения и очистки РЗЭ. Аппаратурное оформление экстракционных процессов. Методы расчета экстракционных каскадов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	– теоретические основы получения неорганических продуктов с помощью ресурсосберегающих технологий;	+	+	
2	– характеристики промышленных экстрагентов; механизмы реакций экстракции металлов;	+	+	
3	– основные типы и конструкции аппаратов для проведения экстракционных процессов; – технологию и общие принципы осуществления экстракционных процессов; – аспекты применения экстракционных технологий в производстве неорганических веществ	+	+	
	Уметь:			
4	– использовать методы исследования и определения технологических параметров экстракционных процессов;	+	+	
5	– анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции;	+	+	
6	– проводить эксперименты по заданным методикам; – анализировать результаты экспериментов.	+	+	
	Владеть:			
7	– методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;	+	+	
8	– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;	+	+	
9	– методами построения и оптимизации технологических схем.	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
10	ПК-4 Способен самостоятельно проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области получения и использования неорганических	ПК-4.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических химических веществ, способы получения сорбентов и катализаторов и технические требования к ним	+	+

11	химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний неорганических химических веществ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ	+	+
12	ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства неорганических химических веществ, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации оборудования для их производства, критерии оценки технологичности и повышения эффективности	+	+
13 14		ПК-5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового технологического процесса производства неорганических химических веществ, подбора сорбентов и катализаторов по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	+	+

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. - Расчет максимально возможной емкости нейтрального фосфорорганического экстрагента по извлекаемому металлу.	7
2	1	Практическое занятие 2. Расчет изотермы экстракции азотной кислоты нейтральными кислородсодержащими экстрагентами.	7
3	1	Практическое занятие 3. Расчет коэффициента концентрирования металлов в последовательных операциях экстракции-реэкстракции при использовании карбоновых кислот.	7
4	1	Практическое занятие 4. Обсуждение технологических схем выделения РЗЭ при переработке апатитового концентрата азотнокислотным и сернокислотным методами.	7
5	2	Практическое занятие 5. Расчет количества ступеней в экстракционном противочном каскаде для разделения смежных РЗЭ на основе факторов разделения и заданной чистоты получаемых продуктов.	6
6	2	Практическое занятие 6. Расчет требуемой емкости экстракционных аппаратов на основе данных о содержании металлов в равновесных фазах	6
7	2	Практическое занятие 7. Расчет требуемой емкости экстракционных аппаратов на основе данных о скорости расслаивания эмульсии и заданной производительности.	6
8	2	Практическое занятие 8. Расчет операций реэкстракции при проведении процессов в периодическом и непрерывном режимах.	5

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Комплексная переработка минерального сырья» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;

- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена*.

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 *Экзамен* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Вопросы для промежуточного контроля освоения дисциплины

8.1.1 Примеры вопросов к контрольной работе по разделу 1

1. Физические и химические свойства РЗЭ. Чем обусловлена близость свойств РЗЭ?
2. Основные химические соединения и их свойства. Оксиды. Гидроксиды. Нитраты. Галогениды. Карбонаты. Оксалаты.
3. Комплексные соединения.
4. Ионы лантаноидов в водных растворах.
5. Изменения констант равновесия с зависимости от порядкового номера лантаноида. Тетрадный эффект.
6. Степени окисления ионов РЗЭ. Соединения с аномальной степенью окисления,
7. Основные виды редкоземельного сырья. Бастнезит. Лопарит. Монацит. Ксенотим. Апатит. Распространенность в природе.
8. Устойчивость валентных состояний РЗЭ.
9. Требования к уровню чистоты РЗЭ, применяемых в электронике, оптике, атомной технике и др. отраслях.
10. Основные виды экстрагентов, применяемых в технологии разделения РЗЭ.

8.1.2 Примеры вопросов к контрольной работе по разделу 2

1. Содержание РЗЭ в рудах и концентратах.
2. Распределение РЗЭ в полупродуктах переработки апатитового концентрата азотнокислотным методом.
3. Распределение РЗЭ в полупродуктах переработки апатитового концентрата сернокислотным методом.
4. Проблема переработки фосфогипса с попутным извлечением РЗЭ.
5. Технологические схемы выделения РЗЭ при переработке апатитового концентрата азотнокислотным методом.
6. Технологические схемы выделения РЗЭ при переработке апатитового концентрата сернокислотным методами.
7. Разделение природной смеси РЗЭ на индивидуальные элементы и получение чистых индивидуальных соединений.
8. Окислительно-восстановительные методы разделения. Выделение церия. Выделение европия.

9. Особенности технологии выделения иттрия из природной смеси РЗЭ.
10. Полные схемы разделения и очистки РЗЭ.
11. Аппаратурное оформление экстракционных процессов.
12. Экстракторы типа смеситель-отстойник.
13. Центробежные экстракторы.
14. Термическое оборудование для получения оксидов РЗЭ из оксалатов и карбонатов.
15. Методы глубокой доочистки оксидов РЗЭ от примесей хромофорных металлов.

По каждой контрольной работе максимальная оценка 30 баллов.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен)

Билеты к экзамену формируются на основе вопросов к контрольным работам по разделам 1 и 2 (п. 8.1).

8.3. Структура и примеры экзаменационных билетов

Учебной программой дисциплины «Комплексная переработка минерального сырья» предусмотрен экзамен.

Пример билетов:

<i>«Утверждаю»</i> <i>И.о.зав. кафедрой ТНВ и</i> <i>ЭП</i> <i>Лемешев Д.О..</i> «__» _____ 2022	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	18.04.01 Химическая технология Магистерская программа «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства» Дисциплина «Комплексная переработка минерального сырья»
Билет № 1 1. Физические и химические свойства РЗЭ. Чем обусловлена близость свойств РЗЭ? 2. Основные виды экстрагентов, применяемых в технологии разделения РЗЭ. 3. Распределение РЗЭ в полупродуктах переработки апатитового концентрата серноокислотным методом.	

Максимальная оценка за ответ – 40 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. Михайличенко А.И., Михлин Е.Б., Патрикеев Ю.Е. Редкоземельные металлы. — М.: Металлургия, 1987. — 282с.

2. Ягодин Г.А., Синегрибова О.А., Чекмарев А.М. Технология редких металлов в атомной технике. — М.: Высшая школа, 1974. — 344 с.

Б. Дополнительная литература

1. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Т. 1—3 /Под ред. К.А. Большакова. — М.: Высшая школа, 1976. — 368; 359; 320 с.
2. Коршунов Б.Г., Резник А.М., Семенов С.А. Скандий. — М.: Металлургия, 1987. — 184 с.
3. Соединения редкоземельных элементов. Карбонаты, оксалаты, нитраты, титанаты /Комиссарова Л.Н., Шацкий В.М., Пушкина Г.Я. и др. — М.: Наука, 1984. — 235 с.
4. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов. — М.: Металлургия, 1993. — 400 с.
5. Меретуков М.А. Процессы жидкостной экстракции в цветной металлургии. — М.: Металлургия, 1985. — 222 с.
6. Основы жидкостной экстракции / Под ред. Ягодина Г.А. М: Химия, 1981, - 400 с.
7. Берестовой А.М. Жидкостная экстракция (инженерные методы расчета) // А.М. Берестовой, И.Н. Белоглазов, Д.: Химия, 1982 - 208 с.
8. Костромина Н.А. Комплексоны редкоземельных элементов. — М.: Наука, 1970. — 220 с.
9. Редкоземельные элементы. Технология и применение: Пер. с англ. /Под ред. Ф. Виллани. — М.: Металлургия, 1985. — 375 с.
10. Бандуркин Г.А., Джурицкий Б.Ф., Тананаев И.В. Особенности кристаллохимии соединений редкоземельных элементов. — М.: Наука. 1984. — 230 с.
11. Иониты в химической технологии / Под ред. Никольского Б.Т., Романова Г. Д.: Химия 1982. - 416 с.
12. Портной К.Й., Тимофеев Н.И. Кислородные соединения редкоземельных элементов: Справочник. — М.: Металлургия, 1986. — 480 с.
13. Белоглазов И.Н. Твердофазные экстракторы. Инженерные методы расчета. Д.: Химия 1985. - 240 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал физической химии ISSN: 0044-4537
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN: 0040-3571
- Журнал «Химическая технология» ISSN: 1684-5811
- Журнал «Кинетика и катализ» ISSN: 0453-8811
- Журнал «Физикохимия поверхности и защита материалов» ISSN 0044-1856
- Журнал прикладной химии ISSN 0044-4618
- Journal of materials science ISSN: 0022-2461
- Journal of Colloid and Interface Science ISSN: 0021-9797
- Журнал «Microporous and Mesoporous Materials» ISSN: 1387-1811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

Заказ литературы, русскоязычные издания

- <http://www.galvanicrus.ru>
- <http://www.galvanicworld.com>
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.

Поиск книг и журналов

- <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://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 320);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 41);
- 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. Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Электронные информационные ресурсы, доступные пользователям РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2025 году (2 квартал)

№	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	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical

		(Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://scifinder-n.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен.	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 г. Ссылка на сайт- https://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 от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	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	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 г. 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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co

		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 - 2034 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 ю	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 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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.	Books – 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	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. 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 Бессрочно

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.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.
4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
5. 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.
6. 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).
7. 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. рецензирование.
8. 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.
9. 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.
10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
 - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня
11. 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>
12. 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>

13. 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>

14. 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/>

15. 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>

16. 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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Комплексная переработка минерального сырья»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных 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 выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	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
5.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6.	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
7.	Среда разработки Delphi	Контракт	25 лицензий для	бессрочная

		№ 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	активации на рабочих станциях	
8.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom 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
10.	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
11.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
12.	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
13.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
14.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
15.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
16.	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
17.	Instrument Control Toolbox Classroom 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
18.	Image Processing Toolbox Classroom 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
19.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom 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

20.	System Identification Toolbox Classroom 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
21.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
22.	Statistics Toolbox Classroom 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
23.	Global Optimization Toolbox Classroom 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
24.	Partial Differential Equation Classroom 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
25.	Optimization Toolbox Classroom 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
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

		26.05.2020		
32.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 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 обновлённую версию продукта)
34.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от	1	бессрочная

		22.09.2023		
41.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13- 143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Комплексная переработка минерального сырья»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
 «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»

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

**«Методы исследования и проектирования структуры и свойств
поверхности»**

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

**Магистерская программа – «Технология неорганических веществ,
сорбентов и катализаторов для их производств»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена к.х.н., доцентом, доцентом кафедры коллоидной химии
О.В. Яровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Коллоидной химии «27» июня 2025 г., протокол № 14

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, накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой коллоидной химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей, неорганической, физической и коллоидной химии.

Цель дисциплины - получение дополнительных знаний о подходах к исследованию свойств поверхности; получение умений в области прогнозирования свойств поверхности, и формирование компетенций в области проектирования структуры и свойств поверхности твердых тел. Программа включает в себя углубленное изучение экспериментальных и теоретических методов исследования процессов, происходящих на границах раздела фаз твердое-газ и твердое-жидкость, и методов определения свойств реальных поверхностей.

Задачи дисциплины - показать взаимосвязь основных коллоидно-химических свойств систем с технологическими характеристиками различных материалов; выработать у студентов навыки применения имеющихся знаний к выбору методов исследования, выбору современного оборудования и подходов к прогнозированию свойств поверхности; ознакомить со сведениями о различиях в строении различных типов поверхности; с основными методами получения атомарно-чистых поверхностей, основными особенностями современных установок для получения атомарно-чистых поверхностей; с методами оценки величины поверхностной энергии твердых тел; ознакомить с закономерностями смачивания идеальных и реальных твердых тел жидкостями, в том числе, с закономерностями условно-химического смачивания расплавами металлов и оксидов, с особенностями оборудования для определения краевых углов на реальных поверхностях; углубить знания о расчете молекулярной и электростатической составляющей расклинивающего давления при взаимодействии частиц различной формы и природы; ознакомить с современными представлениями о структурной составляющей расширенной теории ДЛФО; выработать у студентов навыки прогнозирования процессов, происходящих в системе, на основе анализа потенциальных кривых.

Дисциплина «Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности» преподается в 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 химического и химико-технологического	ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	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
			ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	

	производства).	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.	опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6).
			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	

		ПК-3. Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	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	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности;
- основные подходы к определению поверхностной энергии и поверхностного натяжения на различных границах раздела фаз;
- возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей;
- основные направления развития теории ДЛФО и области ее применимости для оценки и прогнозирования свойств поверхности.

Уметь:

- проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности;
- планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности;
- использовать современные представления теории ДЛФО для оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний;
- методами определения основных свойств поверхности с учетом возможностей современного оборудования;
- методами оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,944	34	25,5
Лекции	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,944	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,056	37,8	28,35
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)	1,056	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		19,8	14,85
Реферат		18	13,5
Вид контроля:			

Экзамен (если предусмотрен УП)	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
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. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности твердых тел с их коллоидно-химическими свойствами	6	-	-	-	2	-	-	-	4
2.	Раздел 2. Поверхностная энергия твердых тел.	20	-	-	-	10	-	-	-	10
3.	Раздел 3. Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями.	20	-	-	-	10	-	-	-	10
4.	Раздел 4. Теория ДЛФО как метод оценки и прогнозирования свойств поверхности.	26	-	-	-	12	-	-	-	14
	ИТОГО	72	-		-	34	-	--	-	38
	Экзамен	-								
	ИТОГО	72								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности твердых тел с их коллоидно-химическими свойствами

Требования, предъявляемые к твердым поверхностям материалов и изделий в различных отраслях промышленности. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности изделий с основными коллоидно-химическими свойствами материалов: переход от свойств поверхности изделия к свойствам поверхности материала и далее к характеристикам поверхностного слоя. Поверхностные явления: адгезия, адсорбция, смачивание, электроповерхностные свойства твердых тел, и их влияние на характеристики изделия. Краткий обзор методов исследования основных коллоидно-химических свойств материалов.

Раздел 2. Поверхностная энергия твердых тел

Поверхностная энергия твердых тел. Классификация поверхностей: идеальная, атомарно-чистая, реальная. Методы получения атомарно-чистых поверхностей. Современное оборудование для получения атомарно-чистых поверхностей. Реальные поверхности. Методы оценки величины поверхностной энергии твердых тел на основе теоретических и экспериментальных данных.

Раздел 3. Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями

Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями. Методы исследования шероховатости поверхности. Влияние шероховатости поверхности на процессы смачивания. Гетерогенные поверхности, влияние природы и размеров химической неоднородности на смачивание. Особенности экспериментального определения свойств гетерогенных поверхностей. Некоторые закономерности условно-химического смачивания расплавами металлов и расплавами оксидов. Экспериментальные и теоретические методы оценки краевых углов при смачивании твердых поверхностей расплавами.

Раздел 4. Теория ДЛФО как метод оценки и прогнозирования свойств поверхности

Основные составляющие расклинивающего давления в соответствии с современными представлениями теории ДЛФО. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Микроскопическая теория молекулярных сил Гамакера, макроскопическая теория Лифшица. Расчет сложной константы Гамакера, зависимость ее величины от природы дисперсной фазы и дисперсионной среды. Экспериментальные методы определения константы Гамакера. Ионно-электростатическая (электростатическая) составляющая расклинивающего давления. Уравнения для расчета энергии электростатического взаимодействия между частицами различной природы с учетом их формы. Экспериментальные методы определения величин, необходимых для расчета. Возможные способы регулирования электростатического взаимодействия частиц путем введения электролитов и изменения рН дисперсионной среды. Структурная составляющая расклинивающего давления. Структура сольватных слоев на гидрофильных и гидрофобных поверхностях. Варианты энергетических кривых взаимодействия частиц. Прогнозирование процессов, происходящих в системе, на основе анализа потенциальных кривых.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать: (перечень из п.2)				
1	- современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности	+	+	+	+
2	– основные подходы к определению поверхностной энергии и поверхностного натяжения на различных границах раздела фаз		+	+	
3	– возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей	+	+	+	
4	– основные направления развития теории ДЛФО и области ее применимости для оценки и прогнозирования свойств поверхности				+
	Уметь: (перечень из п.2)				
5	– проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности	+	+	+	+
6	– планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности		+	+	+
7	– использовать современные представления теории ДЛФО для оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности	+			+
	Владеть: (перечень из п.2)				
8	– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний	+	+	+	+
9	– методами определения основных свойств поверхности с учетом возможностей современного оборудования	+	+	+	
10	– методами оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности			+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие (какие) компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)					

	Код и наименование ПК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
11	ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	+	+	+	+
		ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	+	+	+	+
12	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.	+	+	+	+
		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	+	+	+	+
13	ПК-3. Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	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	+	+	+	+

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	Взаимосвязь технологических характеристик поверхности изделий с основными коллоидно-химическими свойствами материалов. Краткий обзор методов исследования основных коллоидно-химических свойств материалов.	2
2	1	Современное оборудование для исследования пористых характеристик материалов методом низкотемпературной адсорбции азота.	2
3	2	Методы получения атомарно-чистых поверхностей. Современное оборудование для получения атомарно-чистых поверхностей.	2
4	2	Методы оценки величины поверхностной энергии твердых тел на основе теоретических и экспериментальных данных.	6
5	3	Основные закономерности смачивания идеальных и реальных твердых тел жидкостями.	6
6	3	Некоторые закономерности условно-химического смачивания расплавами металлов и расплавами оксидов.	2
7	3	Экспериментальные и теоретические методы оценки краевых углов при смачивании твердых поверхностей расплавами.	2
8	4	Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Микроскопическая теория молекулярных сил Гамакера, макроскопическая теория Лифшица.	2
9	4	Расчет сложной константы Гамакера, зависимость ее величины от природы дисперсной фазы и дисперсионной среды. Экспериментальные методы определения константы Гамакера.	2
10	4	Ионно-электростатическая (электростатическая) составляющая расклинивающего давления. Уравнения для расчета энергии электростатического взаимодействия между частицами различной природы с учетом их формы. Возможные способы регулирования электростатического взаимодействия частиц путем введения электролитов и изменения pH дисперсионной среды.	2
11	4	Структурная составляющая расклинивающего давления. Структура сольватных слоев на гидрофильных и гидрофобных поверхностях.	2
12	4	Варианты энергетических кривых взаимодействия частиц. Прогнозирование процессов, происходящих в системе, на основе анализа потенциальных кривых. Экспериментальные методы определения величин, необходимых для расчета.	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

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 дисциплины;
- подготовку реферата на заданную тему;
- 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, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины.

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 оценки за реферативно-аналитическую работу (максимальная оценка 40 баллов). Реферат защищается в виде доклада с презентацией, после которой докладчик отвечает на вопросы аудитории. Максимальная оценка за составление и содержание реферата составляет 20 баллов, за доклад и ответы на вопросы – 20 баллов.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

В процессе самостоятельной работы студенты готовят реферат, посвященный особенностям и возможностям установки, используемой для получения и изучения атомарно-чистых поверхностей или изучения смачивания реальных поверхностей, в том числе, смачивания расплавами.

Тему реферата студент может выбрать самостоятельно, основываясь на собственных научных интересах.

Примеры тем рефератов:

- Выращивание сверхтонких пленок Si с использованием сверхвысоковакуумной установки серии «Катунь»;
- Нанесение наноструктурированных покрытий на кремниевые подложки с помощью вакуумно-технологической установки серии «Caroline»;
- Расчет свободной энергии поверхности при помощи приборов серии DSA «Krus»;
- Построение энергетической карты поверхности при помощи приборов серии OCA «DataPhysicsInstrumentsGmbH»;
- Изучение гистерезиса смачивания расплавов при помощи приборов серии DSAHT «Krus»;

Максимальная оценка за реферат составляет 40 баллов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Изучение материала каждого двух разделов заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет по 30 баллов за каждую. Каждая контрольная работа содержит по 2 вопроса, ответ на каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

Разделы 1-3. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Требования, предъявляемые к твердым поверхностям материалов и изделий в различных отраслях промышленности.
2. Основные методы исследования основных коллоидно-химических свойств материалов.
3. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности изделий с основными коллоидно-химическими свойствами материалов.
4. Поверхностная энергия твердых тел. Классификация поверхностей: идеальная, атомарно-чистая, реальная.
5. Методы получения атомарно-чистых поверхностей. Современное оборудование для получения атомарно-чистых поверхностей.
6. Реальные поверхности. Методы оценки величины поверхностной энергии твердых тел на основе теоретических и экспериментальных данных.

Вопрос 1.2.

1. Смачивание реальных твердых тел. Неоднородность поверхности реальных твердых тел. Гистерезис смачивания. Углы натекания и оттекания. Определение равновесных углов смачивания по величинам углов натекания и оттекания.
2. Влияние шероховатости поверхности на процессы смачивания. Количественная оценка шероховатости поверхности, коэффициент шероховатости.
3. Смачивание неоднородных поверхностей. Гидрофильно-гидрофобная мозаичность поверхности и методы ее оценки. Смачивание при малых размерах неоднородностей. Влияние соотношения площадей гидрофильных и гидрофобных участков поверхности на величины углов натекания и оттекания.
4. Классификация видов смачивания по природе сил взаимодействия между молекулами жидкости и твердого тела. Классификация твердых тел по величинам поверхностных натяжений. Признаки смачивания (уравнивания полярностей и подобия природы твердого тела и жидкости). Закономерности условно-химического смачивания.
5. Критическое натяжение смачивания, его экспериментальное определение. Какие допущения принимаются при этом?
6. Кинетика поднятия жидкости в капиллярах, уравнение Уошберна, его анализ. Влияние формы сечения капилляра на кинетику поднятия жидкости. Управление процессами пропитывания.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Причины агрегации частиц дисперсной фазы в порошках.

2. Природа составляющих расклинивающего давления. Уравнение энергии молекулярного притяжения (U_m), его анализ, физический смысл сложной константы Гамакера. От чего зависит ее величина?

3. Экспериментальные методы определения константы Гамакера.

4. Экспериментальные методы определения величин, необходимых для расчета ионно-электростатической (электростатическая) составляющей расклинивающего давления.

5. Взаимодействие разноименно заряженных частиц. Явления гетерокоагуляции и гетероадагуляции, их возможное практическое применение.

6. Строение слоев воды на гидрофильных поверхностях. Уравнение для расчета U_s , его анализ, физический смысл величин, входящих в уравнение. Возможности регулирования величины U_s .

Вопрос 2.2.

1. Возможные варианты энергетических кривых взаимодействия частиц. При каких условиях реализуется тот или иной вариант $U(H)$? Изменением каких параметров системы можно перейти от одного варианта взаимодействия частиц к другому?

2. В каких условиях в дисперсных системах при взаимодействии частиц на всех расстояниях между ними могут преобладать силы притяжения (1-й вариант энергетических кривых)? Какие контакты между частицами формируются при этом?

3. Изменением каких параметров в ионостабилизированных системах можно перейти от 2-го типа энергетических кривых к 3-ему и 1-ому (теория ДЛФО)?

4. Экспериментальные методы оценки агрегативной устойчивости дисперсных систем (метод предельных седиментационных объемов, определение степени (коэффициента) агрегации частиц, реологический метод).

5. Причины агрегации частиц дисперсной фазы в порошках.

6. Каким образом можно обеспечить седиментационную устойчивость суспензий с микро- и грубодисперсными наполнителями?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет)

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Сумм, Б.Д. Коллоидная химия / Б.Д. Сумм. - М.: Academia, 2017. - 416 с.
2. Коллоидная химия. Практикум и задачник: учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова [и др.] ; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 436 с.
3. Малкин А. Я. Основы реологии / А. Я. Малкин. — Санкт-Петербург : Профессия, 2018. — 331 с.

Б. Дополнительная литература

1. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. - 464 с.
2. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. М.: Интеллект, 2011. - 568 с.
3. Израелашвили Дж. Межмолекулярные и поверхностные силы /Джейкоб Израелашвили// пер. с английского И.М. Охапкина и К.Б. Зельдович; научный редактор - И.В. Яминский. - М.: Научный мир, 2011. 456 стр.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ);
- «Коллоидный журнал»;
- «Журнал общей и неорганической химии»;
- «Физико-химия поверхности»;
- «Кристаллография»;
- «Перспективные материалы»;
- «Физика и химия стекла»;
- «Стекло и керамика»;
- «Техника и технология силикатов»;
- «Неорганические материалы»;
- «Химическая промышленность сегодня»;
- «Журнал неорганической химии».

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

- Издательство ELSEVIER на платформе ScienceDirect
<http://www.sciencedirect.com>.
- Издательство American Chemical Society (ACS)
<http://pubs.acs.org>.
- Международная издательская компания NaturePublishingGroup (NPG)
<http://www.nature.com>.
- Издательство Wiley-Blackwell
<http://www.interscience.wiley.com>.
- Издательство SPRINGER
<http://www.springerlink.com>.
- Журнал SCIENCE
<http://www.science.com>
- Российская научная электронная библиотека
<http://www.elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: компьютерные презентации интерактивных лекций – 3, (общее число слайдов – 73).

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 г. 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.

№	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 г. Ссылка на сайт- https://scifinder-n.cas.org	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder -

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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 г. Ссылка на сайт- https://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 от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025 г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	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	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 г. 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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co
		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-	1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package

		http://link.springer.com/	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 - 2034 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 Collectionsъ 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 ю	Электронны е ресурсы AIPP Digital Archive издательств а American	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945	AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую

	Institute of Physics Publishing	Бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	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 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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	Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания,

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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.	Books – 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	Принадлежность – сторонняя 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 Бессрочно

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности функциональных материалов»* проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

Учебные лаборатория поверхностных явлений и лаборатория дисперсных систем, оснащенные необходимой лабораторной мебелью, аквадистиллятором АЭ, сушилкой для пробирок и колб Stegler и установками, обеспечивающими выполнение лабораторных работ в соответствии с учебным планом.

Установки (приборы) для определения поверхностного и межфазного натяжений, установки для определения краевых углов, в том числе гониометры ЛК-1 с программным обеспечением для обработки данных, установки для определения критической концентрации мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ, ионообменные колонки, установки для определения электрокинетического потенциала методом электрофореза, ротационные вискозиметры, капиллярные вискозиметры с насосом вакуумным N86 KN18.KNF, оптические микроскопы Биомед-5 с цифровой камерой Livenhuk, спектрофотометры однолучевые СФ-102, фотометры фотоэлектрические КФК-3-01, рН-метры милливольтметры рН-420, весы порционные ANDHT-500, мешалка магнитная без подогрева ММ-135 Tagler, электрическая плитка IRITIR-8004, лабораторный высокоскоростной гомогенизатор-мешалка XNF-DYSTEGLER, кондуктометры, торсионные весы.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-наглядные пособия не предусмотрены

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности твердых тел с их коллоидно-химическими свойствами	<i>Знает:</i> - современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности; - возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей <i>Умеет:</i> - проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам описания структуры и свойств поверхности; - планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности. использовать современные представления теории ДЛФО для оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности <i>Владеет:</i> - методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат

	информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний; - методами определения основных свойств поверхности	
Раздел 2. Поверхностная энергия твердых тел.	<i>Знает:</i> - современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности; - основные подходы к определению поверхностной энергии и поверхностного натяжения на различных границах раздела фаз; - возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей <i>Умеет:</i> - проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности; - планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности. <i>Владеет:</i> - методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний; - методами определения основных свойств поверхности с учетом возможностей современного оборудования	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат
Раздел 3. Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями.	<i>Знает:</i> - современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности; - основные подходы к определению поверхностной энергии и поверхностного натяжения на различных границах раздела фаз; - возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат

	- проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности; - планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности. <i>Владеет:</i> - методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний; - методами определения основных свойств поверхности с учетом возможностей современного оборудования; - методами оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.	
Раздел 4. Теория ДЛФО как метод оценки и прогнозирования свойств поверхности.	<i>Знает:</i> - современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности; - основные направления развития теории ДЛФО и области ее применимости для оценки и прогнозирования свойств поверхности. <i>Умеет:</i> - проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности; - планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности; - использовать современные представления теории ДЛФО для оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности. <i>Владеет:</i> - методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за реферат

	информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний; - методами оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.	

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
«Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности
функциональных материалов»
основной образовательной программы
18.04.01 Химическая технология
магистерская программа
«Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для их
производств»

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

«Основы процессов водоподготовки и очистки сточных вод»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их
производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена к.т.н., доцентом кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов А.В. Колесниковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов «28» апреля 2025 г., протокол №5.

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Основы процессов водоподготовки и очистки сточных вод»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии.

Цель дисциплины – расширение и углубление знаний и практических навыков при подготовке магистров в химико-технологическом ВУЗе в области химической технологии водоподготовки и очистки сточных вод.

Задачи дисциплины – освоение научных основ и методов водоподготовки для различных процессов, очистки обезвреживания сточных вод промышленных предприятий принципов подбора условий и материалов, составления технологических схем.

Дисциплина **«Основы процессов водоподготовки и очистки сточных вод»** 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 в определенные сроки, а также комплекса работ по разработке конструкторской и технологической документации на опытные образцы изделий, изготовлению и испытаниям опытных образцов изделий, выполняемых по	Химическое, химико-технологическое производство Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4. Способен самостоятельно проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области получения и использования неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства.	ПК-4.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических химических веществ, способы получения сорбентов и катализаторов и технические требования к ним.	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. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, с изменениями на 12 декабря 2016 года, рег. № 32 Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-
		ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических	ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства неорганических химических веществ, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации оборудования для их производства, критерии оценки технологичности и повышения эффективности	

заявке заказчика (техническому заданию)		процессов и оборудования производства неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	процессов производства неорганических химических веществ	исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 6) С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации (уровень квалификации – 6) D. Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний (уровень квалификации – 7).
			ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства.	
			ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового технологического процесса производства неорганических химических веществ, подбора сорбентов и катализаторов по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- состав сточных вод промышленных предприятий, методы их очистки;
- механизмы реакций и общие кинетические закономерности процессов очистки сточных вод;
- методы анализа загрязняющих веществ в водной фазе.

Уметь:

- применять современные технологии для решения вопросов водоочистки;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;
- предложить условия проведения процесса водоподготовки и водоочистки.

Владеть:

- знаниями и принципами современной очистки сточных вод, методами анализа загрязняющих веществ и продуктов в жидкой фазе;
- современными методами оценки качества воды;
- методиками анализа токсичных компонентов в сточных водах.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,11	76	57
Вид контроля:	Экзамен		
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

		Академ. часов			
№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
	Введение	3	1	-	1
1.	Раздел 1	56	4	17	25
2.	Раздел 2	63	6	17	25
3.	Раздел 3	58	6	17	25
	ИТОГО	144	17	51	76
	Экзамен	36			
	ИТОГО	180			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Экологические проблемы производств. Источники загрязнения окружающей среды. Классификация сточных вод и загрязняющих примесей.

Раздел 1. Нормирование качества воды. Показатели качества воды: органолептические, общие и суммарные показатели. Минеральный состав воды. Методы определения показателей качества воды. Требования к качеству воды: питьевой, для промышленных производств.

Классификация методов очистки сточных вод. Способы водоподготовки.

Механические методы очистки сточных вод. Усреднение сточных вод. Выделение нерастворимых примесей под действием гравитационных сил, под действием центробежных сил. Удаление всплывающих примесей. Фильтрационные методы.

Мембранные методы очистки сточных вод (ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос). Технические характеристики и классификация мембран. Мембранные аппараты для очистки сточных вод.

Раздел 2. Физико-химические методы очистки воды. Коагуляция, флокуляция. Флотация. Оборудование для обработки сточных вод. Адсорбционные методы (статический и динамический режимы). Адсорбционные установки, оборудование для ионного обмена.

Ректификационные методы (простая, азеотропная ректификация, эвапорация).

Экстракция. Классификация экстракционных реагентов. Свойства экстрагентов. Методы экстрагирования (перекрестноточные и противоточные).

Кристаллизация из водных растворов. Кристаллизаторы.

Раздел 3. Химические методы очистки воды. Нейтрализация (взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод; нейтрализация реагентами, дымовыми газами, через нейтрализующие материалы). Окислительные методы (окисление хлором, пероксидом водорода, кислородом, озонирование). Восстановительные методы. Осадительные методы.

Электрохимические методы: электрохимическое окисление и восстановление, электрокоагуляция, электродиализ, электрофлотация.

Биохимические методы очистки сточных вод. Сущность процесса биохимической очистки. Активный ил, биопленка. Влияние факторов на скорость биохимического окисления.

Аэробные методы очистки в естественных условиях (поля фильтрации, биологические пруды. Аэробные методы очистки в искусственных сооружениях. Классификация аэротенков, конструкционные решения. Биологические фильтры, их классификация.

Анаэробные методы. Септитенк, метантенк.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	- состав сточных вод промышленных предприятий, методы их очистки,	+	+	
2	- механизмы реакций и общие кинетические закономерности процессов очистки сточных вод;		+	
3	- методы анализа загрязняющих веществ в водной фазе.	+	+	
	Уметь:			
4	- применять современные технологии для решения вопросов водоочистки;	+	+	
5	- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;	+	+	
6	- предложить условия проведения процесса водоподготовки и водоочистки.		+	
	Владеть:			
7	- знаниями и принципами современной очистки сточных вод, методами анализа загрязняющих веществ и продуктов в жидкой фазе;		+	
8	- современными методами оценки качества воды;	+		
9	- методиками анализа токсичных компонентов в сточных водах.	+		
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		
10	ПК-4. Способен самостоятельно проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области получения и использования	ПК-4.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических химических веществ, способы получения сорбентов и катализаторов и технические требования к ним.	+	+

11	неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства.	ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний неорганических химических веществ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ.	+	+
12	ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства неорганических химических веществ, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации оборудования для их производства, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства неорганических химических веществ	+	+
13		ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства.		+
14		ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового технологического процесса производства неорганических химических веществ, подбора сорбентов и катализаторов по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	+	+

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. Расчет показателей качества сточных вод.	11
2	1	Практическое занятие 2. Механические методы очистки: отстаивание, фильтрование через зернистые загрузки (насыпные фильтры периодического действия, фильтры с плавающей загрузкой, фильтры непрерывного действия).	8
3	2	Практическое занятие 3. Физико-химические методы очистки воды.	8
4	2	Практическое занятие 4. Химические методы очистки сточных вод. Процессы окисления. Осадительные методы.	8
5	2	Практическое занятие 5. Электролиз. Электрофлотация. Электрокоагуляция.	8
6	3	Практическое занятие 6. Аэробные и анаэробные биохимические методы очистки.	8

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Основы процессов водоподготовки и очистки сточных вод*» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена*.

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 **Экзамен** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов, по 20 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 20 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Большая часть отходов на производстве приходится на _____ отходы (по агрегатному состоянию).

Жидкие

Твердые

Газообразные

2. Вода, бывшая в употреблении, а также вода, прошедшая какую-либо загрязненную территорию называется _____

Сточная вода

Отстаиваемая вода

Талая вода

Водопроводная вода

3. Загрязняющие воду вещества по физическому состоянию бывают:

Нерастворимые

Бактериальные

Растворимые

Промышленные

Вопрос 1.2.

1. К минеральным загрязняющим веществам относится:

Глина

Остатки злаков

Клеевые вещества

Фитопланктон

2. Какое значение pH должны иметь сточные воды, выпускаемые в канализационную сеть?

не более 6,5

около 7,0

не менее 9,0

3. Какую температуру должны иметь сточные воды, выпускаемые в канализационную сеть?

не более 20

не более 30

не более 40

Вопрос 1.3.

1. Какими ионами обуславливается электропроводность воды?

Na⁺, K⁺, Cl⁻

H₂PO₄⁻; HCO₃⁻; Al³⁺

K⁺; NH₄⁺; S²⁻

Al³⁺; Cl⁻; HSO₃⁻

2. Наиболее точный метод определения мутности воды:

Метод с использованием трубки

Метод с использованием диска Секки

Метод определения рассеивания излучения

3. Наиболее точный метод определения цветности воды:

Метод определения путем визуального изучения пробы воды в сосуде

Метод определения цвета с помощью оптических приборов

Визуальный метод

Вопрос 1.4.

1. Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод:

патогенных микроорганизмов

растворенных минеральных примесей

нерастворенных минеральных и органических примесей

растворенных органических примесей

2. Как называется поток раствора, проходящий через мембрану в мембранной установке?

Концентрат

Элюат

Пермеат

Экстракт

3. Песколовки с вращательным движением воды подразделяются на:

Аэрируемые и тангенциальные

Круговые и аэрируемые

Тангенциальные и прямолинейные

Прямолинейные и вертикальные

Вопрос 1.5.

1. Разделения в процессе нанофильтрации происходит за счет:

Ситового механизма и диффузии

Ситового механизма

Диффузии

Адсорбции

2. Фильтрование можно интенсифицировать

понижением температуры суспензии

увеличением толщины слоя осадка

рациональным подбором способа регенерации фильтровальной перегородки

повышением удельного сопротивления осадка

3. Одно из преимуществ фильтра непрерывного действия.

высокая производительность

низкая стоимость
простота конструкции
компактность оборудования

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 20 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Методом коагуляции можно удалить из сточной воды

Грубодисперсные частицы

Микроорганизмы

Ионы тяжелых металлов

Радионуклиды урана, стронция

2. В качестве коагулянтов используют

Соли железа

Смесь солей железа и алюминия

Известь

Полиакрилонитрил

Крахмал

3. В качестве флокулянтов анионной природы используют

Смесь солей железа и алюминия

Полиакрилат натрия

Альгинат натрия

Полиакрилонитрил

Крахмал

Вопрос 2.2.

1. Чем больше краевой угол смачивания частиц загрязнения, тем ...

более гидрофобна поверхность частиц и они легко флотируются

более гидрофильна поверхность частиц и они легко флотируются

более гидрофильна поверхность частиц и они плохо флотируются

более гидрофобна поверхность частиц и они плохо флотируются

2. К флотации с выделением воздуха из воды относится

Напорная флотация

Эрлифтная флотация

Импеллерная флотация

Электрофлотация

3. К флотации с механическим диспергированием воздуха относится

Вакуумная флотация

Ионная флотация

Импеллерная флотация

Электрофлотация

4. К флотации с механическим диспергированием воздуха относится

Напорная флотация

Ионная флотация

Безнапорная флотация
Пенная сепарация

Вопрос 2.3.

1.Способ разделения и очистки легко кипящих жидкостей путем многократного их нагрева до кипения и конденсации

Ректификация

Окисление

Сокристаллизация

Электродиализ

2.Процесс поглощения одного вещества поверхностью сорбента

Абсорбция

Адсорбция

Экстракция

Десорбция

3.Микропористые адсорбенты содержат поры размером

0-2 нм

2-50 нм

0-10 нм

0,05-0,2 мкм

Вопрос 2.4.

1.Для нейтрализации сточных вод, содержащих минеральные кислоты, используют

Аммиачную воду

Отработанные щелочные растворы производства

5–10%-ый раствор серной кислоты

3-7%-ый раствор азотной кислоты

2.Для интенсификации процесса осаждения тяжелых металлов в сточные воды добавляют

Хлорид алюминия

Бензол

Сульфат железа

Полипропиленгликоль

3.При применении окислительных методов используют такие окислители, как

Озон

Хлор

Перманганат калия

Пирилизит

Вопрос 2.5.

1. Носители для катализатора, применяемые в передовых технологиях окислительной обработки воды, ...

Увеличивают площадь поверхности катализатора

Увеличивают площадь спекания

Повышают гидрофильность

Позволяют управлять сроком службы катализатора

2.В технологической схеме очистки от шестивалентных ионов хрома необходимо присутствие
Усреднителей
Центрифуг
Ректификатора
Иловой площадки

3.В качестве реагентов восстановителей наибольшее распространение получили
Натриевые соли сернистой кислоты
Отходы железного лома
Натриевые соли серной кислоты
Соли магния

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 20 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 3.1.

1.К электрохимическим методам превращения относится
Электрофлотация
Электроокисление
Электрохимическое обеззараживание

2.В качестве катодов в процессе электролиза используется
ОРТА
Магнетит
Легированная сталь

3.Для катодного осаждения металла необходимо обеспечить условие:
Создать максимальную поверхность катода
Не перемешивать раствор
Создать минимальную поверхность катода

Вопрос 3.2.

1.К преимуществам электрокоагуляции относят
Компактность установки
Простота эксплуатации
Малые затраты электроэнергии

2.Процесс переноса ионов через мембрану под действием приложенного к ней электрического поля
Электродиализ
Электрокоагуляция
Электрофлотация

3.Сущность этого метода заключается в пропускании постоянного электрического тока через сточную жидкость и образовании при этом мелкодисперсных пузырьков газа, равномерно распределяющихся в объеме обрабатываемой жидкости
Электродиализ
Электрокоагуляция
Электрофлотация

Вопрос 3.3.

1. В процессе электродиализа под действием электрического тока анионы двигаются
По направлению к катоду и проходят через катионообменные мембраны
По направлению к аноду и проходят через катионообменные мембраны
По направлению к катоду и проходят через анионообменные мембраны
По направлению к аноду и проходят через анионообменные мембраны

2. В кислой среде на аноде происходит разряд молекул воды с образованием
Пузырьков кислорода
Ионов гидроксония
Пузырьков водорода
Гидроксид-ионов

3. В процессе электрофлотации нагревание раствора до 50°C приводит к
Уменьшению вязкости жидкости
Увеличению поверхностного натяжения
Повышается эффективность процесса
Увеличению вязкости жидкости

Вопрос 3.4.

1. Ферменты – это ...
Энзимы
Катализаторы, ускоряющие биохимические реакции
Антибиотики
Ингибиторы, тормозящие биохимические реакции
2. В искусственных очистных сооружениях микроорганизмы могут находиться
В свободном состоянии
В прикрепленном состоянии в виде биопленки
В псевдооживленном состоянии
В прикрепленном состоянии в виде активного ила

3. Сооружения для биологической очистки сточных вод, в которых сточные воды проходят через фильтрующий материал, покрытый активной биологической пленкой
Биофильтры
Ионообменные смолы
Нанофильтры

Вопрос 3.5.

1. Выделяют следующие типы биофильтров с плоскостной загрузкой:
С жесткой блочной загрузкой
С рулонной загрузкой
С средней загрузкой
С щебневой загрузкой

2. К преимуществам биофильтров по сравнению с другими биологическими методами очистки сточных вод относят
Длительное использование в течение 30-50 лет
Простота контроля содержания кислорода
В сравнении с аэротенками более производительны

Требуют меньших площадей производства

3.К преимуществам биофильтров по сравнению с другими биологическими методами очистки сточных вод относят

Возможность удаления из системы лишнего азота посредством нитрификации

Подходят для очистки больших объемов воды

В сравнении с аэротенками более производительны

Требуют меньших площадей производства

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Экологические проблемы производства. Классификация источников образования сточных вод.
2. Характеристика атмосферных, хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод. Типы загрязняющих веществ.
3. Основные неорганические загрязнения: ионы металлов, соли.
4. Основные органические загрязнения.
5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих компонентов, рыбохозяйственного и культурно-бытового назначения.
6. Показатели качества воды (минерализация, электропроводность, температура).
7. Показатели качества воды (взвешенные вещества, водородный показатель, окислительно-восстановительный потенциал).
8. Органолептические показатели качества воды (запах, мутность, цветность).
9. Показатели качества воды (кислотность, щелочность, растворенный кислород, жесткость).
10. Показатели качества воды (перманганатная и бихроматная окисляемость, биохимическое потребление кислорода).
11. Классификация (обзор) методов очистки сточных вод.
12. Механическая очистка сточных вод. Песколовки. Усреднение сточных вод.
13. Механическая очистка сточных вод (отстаивание). Принцип действия. Типы отстойников.
14. Механическая очистка сточных вод (фильтрация). Принцип фильтрования и методы интенсификации процесса. Типы фильтровальных перегородок.
15. Механическая очистка сточных вод (фильтрация). Принцип фильтрования. Фильтры периодического действия.
16. Механическая очистка сточных вод (фильтрация). Принцип фильтрования. Фильтры непрерывного действия.
17. Мембранные методы (микрофильтрация, ультрафильтрация). Требования к мембранам. Основные показатели мембранных процессов.
18. Мембранные методы (нанофильтрация). Требования к мембранам. Основные показатели мембранных процессов.
19. Мембранные аппараты по способу подачи очищаемого раствора. Конструкции мембранных аппаратов.
20. Мембранные методы (обратный осмос). Стандартные режимы работы мембран.
21. Физико-химические методы очистки воды (преимущества и недостатки). Коагуляция, флокуляция.
22. Классификация флотационных методов очистки сточных вод. Флотация с выделением воздуха из воды.

23. Флотация с механическим диспергированием воздуха. Флотация с подачей воздуха через пористые материалы.
24. Пенная сепарация. Ионная флотация.
25. Ректификация.
26. Сорбционные методы очистки сточных вод. Сорбенты и их очистка.
27. Установки сорбционных методов очистки сточных вод.
28. Ионный обмен. Основные требования к ионитам. Обменная емкость ионитов.
29. Экстракция. Схемы экстракционных установок.
30. Химические методы очистки воды. Способы нейтрализации кислых и щелочных сточных вод.
31. Химические методы очистки воды. Окисление хлорсодержащими реагентами. Окисление пирролизитом.
32. Химические методы очистки воды. Окисление пероксидом водорода, кислородом воздуха.
33. Озонирование. Аппараты для озонирования.
34. Химические методы очистки воды (восстановление соединений ртути, хрома, мышьяка).
35. Химические методы очистки воды (осаждение труднорастворимых соединений).
36. Электрохимические методы очистки сточных вод. Классификация. Анодные и катодные материалы.
37. Электрохимическое окисление. Очистка цианосодержащих сточных вод.
38. Электрохимическое восстановление. Схема очистки промывной воды, содержащей ионы металлов.
39. Электрокоагуляционная очистка сточных вод.
40. Электрохимический метод обессоливания (электродиализ).
41. Основные принципы электрофлотационного метода.
42. Классификация биологических методов очистки сточных вод. Характеристика активного ила и биопленки.
43. Закономерности распада органических веществ. Нитрификация и денитрификация.
44. Аэробные методы очистки сточных вод в естественных условиях. Поля орошения. Биологические пруды.
45. Аэробные методы очистки сточных вод в искусственных условиях. Классификация аэротенков.
46. Аэробные методы очистки сточных вод в искусственных условиях. Классификация биофильтров.
47. Анаэробные методы очистки сточных вод. Метатенки.
48. Методы подготовки осадков сточных вод к обезвоживанию, утилизации и захоронению.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Основы процессов водоподготовки и очистки сточных вод*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *экзамена*:

«Утверждаю» Зав.кафедрой ТНВиЭП _____ «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов
	18.04.01 Химическая технология Магистерская программа «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»
	Основы процессов водоподготовки и очистки сточных вод
Билет № 1 1. Показатели качества воды (кислотность, щелочность, растворенный кислород, жесткость). 2. Мембранные методы (обратный осмос). Стандартные режимы работы мембран.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Стоянова А.Д. Физико-химические основы технологии обезвреживания жидких техногенных отходов: учеб.пособие /А.Д. Стоянова, Т.В. Конькова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. – 296 с.
2. Конькова, Т. В. Основы технологии катализаторов гетерогенных процессов: учебное пособие / Т. В. Конькова. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. - 120 с.
3. Федоров, С. В. Методы прогнозирования качества воды : учебное пособие / С. В. Федоров, А. В. Кудрявцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 96 с.
4. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита водной среды : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с.
5. Ветошкин, А. Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 512 с.
6. Широков, Ю. А. Экологическая безопасность на предприятии : учебное пособие для вузов / Ю. А. Широков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 360 с.
7. Основы природопользования и энергоресурсосбережения : учебное пособие / В. В. Денисов, И. А. Денисова, Т. И. Дрововозова, А. П. Москаленко ; под редакцией В. В. Денисова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 408 с.

Б. Дополнительная литература

1. Гвоздев, В. Д. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков [Текст] / В. Д. Гвоздев, Б. С. Ксенофонов. - М. : Химия, 1988. - 112 с.
2. Адсорбция органических веществ из воды [Текст] / А. М. Когановский [и др.]. - Л. : Химия, 1990. - 256 с.

3. Оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду [Текст] : учебное пособие / Н. П. Тарасова [и др.]. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 230 с.

4. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий / В. А. Колесников [и др.] ; ред. В. А. Колесников. - М. : Химия, 2007.

5. Родионов А. И. Технологические процессы экологической безопасности (основы энвайронменталистики): учебник для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. - 4-е изд., перераб. и доп. - Калуга : Изд-во Н.Бочкаревой, 2007. - 799 с.

6. Милютин, В. В. Современные методы очистки техногенных сточных вод от токсичных примесей : учебное пособие / В. В. Милютин, М. Б. Алехина, Б. Е. Рябчиков. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. - 131 с.

7. Зайцев, В. А. Промышленная экология. Экологические проблемы основных производств : учебное пособие / В. А. Зайцев, Н. А. Крылова. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2002. - 175 с

8. Сотникова, Е. В. Теоретические основы процессов защиты среды обитания : учебное пособие / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко, В. С. Сотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 576 с.

9. Кривошеин, Д. А. Основы экологической безопасности производств : учебное пособие / Д. А. Кривошеин, В. П. Дмитренко, Н. В. Федотова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 336 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

1. Катализ в промышленности.
2. Кинетика и катализ.
3. Журнал физической химии.
4. Журнал прикладной химии.
5. Журнал неорганической химии.
6. Неорганические материалы.
7. Химическая промышленность сегодня.
8. Водоочистка.
9. Теоретические основы химической технологии

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети 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.

3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатным архивом электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.

4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
5. 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.
6. 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).
7. 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. рецензирование.
8. 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.
9. 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.
10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
 - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня
11. 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>
12. 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>
13. 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>

14. 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/>

15. 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>

16. 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>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 540);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 180);
- 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. 2024г. 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 «*Основы процессов водоподготовки и очистки сточных вод*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных 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 выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.
2.	Microsoft Office	Контракт	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее

	Standard 2013	№ 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013		участие в образовательных процессах.
3.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
4.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	<i>Знает:</i> – состав сточных вод промышленных предприятий, методы их очистки, – методы анализа загрязняющих веществ в водной фазе. <i>Умеет:</i> – применять современные технологии для решения вопросов водоочистки; – анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции. <i>Владеет:</i> – современными методами оценки качества воды; – методиками анализа токсичных компонентов в сточных водах.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за <i>экзамен</i>
Раздел 2.	<i>Знает:</i> - состав сточных вод промышленных предприятий; - методы очистки сточных вод; - методы анализа загрязняющих веществ в водной фазе. <i>Умеет:</i> - применять современные технологии для решения вопросов водоочистки; - анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции; - предложить условия проведения процесса. <i>Владеет:</i> - знаниями и принципами современной очистки сточных вод, методами анализа загрязняющих веществ и продуктов в жидкой фазе;	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за <i>экзамен</i>
Раздел 3.	<i>Знает:</i> - состав сточных вод промышленных предприятий, методы их очистки, - механизмы реакций и общие кинетические закономерности процессов очистки сточных вод; - методы анализа загрязняющих веществ в водной фазе.	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за <i>экзамен</i>

	<i>Умеет:</i> - применять современные технологии для решения вопросов водоочистки; - анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции; - предложить условия проведения процесса водоподготовки и водоочистки. <i>Владеет:</i> - знаниями и принципами современной очистки сточных вод, методами анализа загрязняющих веществ и продуктов в жидкой фазе; - современными методами оценки качества воды; - методиками анализа токсичных компонентов в сточных водах.	

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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- 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

«Основы процессов водоподготовки и очистки сточных вод»

основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»

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

«Промышленные адсорбционные процессы в неорганической технологии»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для
их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н., профессором, профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов М.Б. Алехиной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов

(Наименование кафедры)

«28» апреля 2025 г., протокол № 5.

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Промышленные адсорбционные процессы в неорганической технологии»** относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии по профилю «Технология неорганических веществ».

Цель дисциплины – состоит в приобретении магистрантами знаний, умений, владений и формировании компетенций в области теории и практики промышленных адсорбционных процессов и использование их результатов в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся системных знаний в области адсорбционных технологий по очистке, разделению газов и получению продуктов на промышленных предприятиях высокотехнологичных секторов экономики, а также по очистке сточных вод сорбционными методами и технологии адсорбентов и ионообменных материалов.

Дисциплина **«Промышленные адсорбционные процессы в неорганической технологии»** преподается в 1-ом 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:**

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 химического и химико-технологического производства).	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. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, с изменениями на 12 декабря 2016 года, рег. № 32 Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-
		ПК-4. Способен самостоятельно проводить поисковые исследования инновационных технологических	ПК-4.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических химических веществ, способы получения сорбентов и катализаторов и технические требования к ним	

		процессов в области получения и использования неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний неорганических химических веществ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ	конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 7)
		ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства неорганических химических веществ, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации оборудования для их производства, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства неорганических химических веществ ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- научные основы промышленных адсорбционных процессов;
- базовые технологии адсорбционной очистки газов и жидкостей и разделения газовых смесей;
- базовые технологии обезвреживания газовых выбросов адсорбционным методом;
- основное оборудование и применяемые адсорбенты для решения поставленных задач в области адсорбционных технологий;
- теоретические основы проектирования, выбор адсорбентов и оборудования для очистки газов и жидкостей и разделения газовых смесей адсорбционным методом;

Уметь:

- применять современные технологии и оборудование для решения вопросов очистки газов и жидких сред и разделения газовых смесей адсорбционным методом;
- применять современные технологии и оборудование для обеспечения экологической безопасности;
- выполнять расчеты материального и энергетического балансов адсорбционных установок;
- подбирать современное основное оборудование и комплекты вспомогательного оборудования для комплектования адсорбционных установок для очистки и разделения газов;
- использовать опыт зарубежных фирм по разработке и эксплуатации адсорбционных установок;

Владеть:

- современными методами оценки характеристик применяемых адсорбентов, процессов и аппаратов для решения вопросов очистки и разделения газов;
- современными методами оценки чистоты газов, степени очистки газовых потоков; базами данных по подбору оборудования.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч	Астр. ч
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,43	51,4	38,6
Лекции	0,94	34	25,4
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,7
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	3,57	128,6	96,4
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)	<i>разр</i>	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)		<i>разр</i>	<i>разр</i>
Вид контроля:			
Экзамен (если предусмотрен УП)	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
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. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Краткая история развития адсорбционных технологий	2	-		-	-	-	-	-	-
1.1	Краткая история развития рынка адсорбентов, становления и развития теоретических основ и промышленная реализация адсорбционных процессов и технологий	1	-	1	-	-	-	-	-	-
1.2	Роль кафедры технологии неорганических веществ МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева в развитии адсорбционных процессов	1	-	1	-	-	-	-	-	-
2.	Раздел 2. Физико-химические основы адсорбционных процессов	90	-	17	-	9	-	-	-	64
2.1	Основные понятия в теории адсорбции.	10	-	2	-	-	-	-	-	8

2.2	Краткий обзор промышленных адсорбентов (активные угли, цеолиты, силикагели, оксид алюминия и алюмогели, полимерные сорбенты): синтез, свойства, применение. Новые виды адсорбентов: углеродные молекулярные сита, мезопористые молекулярные сита, металлоорганические каркасные структуры. .	20	-	4	-	-	-	-	-	16
2.3	Адсорбционное равновесие. Расчет величин адсорбции с использованием современных теоретических подходов.	13	-.	1	-	2	-	-	-	10
2.4.	Адсорбция смесей.	14		2		2	-	-	-	10
2.5.	Массо- и теплообмен в адсорбционных процессах. Фронтальная динамика конвективного теплообмена в неподвижном зернистом слое. Динамика фронтальной адиабатической адсорбции. Динамика фронтальной адиабатической десорбции (нагревание адсорбента путем контакта с горячим газовым потоком). Фронтальная динамика адсорбции газовых смесей.	33		8	-	5	-	-	-	20
3.	Раздел 3. Технология и расчет адсорбционных процессов	88	-	15	-	8	-	-	.-	65

3.1	Краткий обзор методов регенерации адсорбентов и классификация процессов по методам регенерации. Циклические процессы с регенерацией адсорбента путем ввода в слой горячего газового потока.	8		2	-	-	-	-	-	6
3.2	Циклические процессы с регенерацией адсорбента теплоносителем – водяным паром. Рекуперация углеводородов. Особенности технологии и аппаратуры процессов. Принципы проектирования установок. Альтернативные процессы рекуперации углеводородов	18	-	2	-	2	-	-	-	14
3.3	Циклические процессы с косвенным вводом тепла (с регенерацией адсорбента без контакта с теплоносителем). Достоинства и недостатки адсорбционных процессов, в которых ввод (отвод) тепла осуществляют за счет теплопроводности.	14		2		2	-	-		10

3.4	Короткоцикловые процессы с безнагревной регенерацией адсорбента (КЦА). Особенности кинетики и динамики процессов КЦА. Основные технологические и аппаратные особенности процессов. Получение чистого водорода. Очистка газов от диоксида углерода. Получение защитных атмосфер. Концентрирование диоксида углерода для карбонизации рассолов в содовом производстве	26		5		2				19
3.5	Адсорбционная очистка от соединений серы. Очистка технологических газов от сероводорода, органических соединений серы, диоксида серы. Достоинства и недостатки методов.	22		4		2				16
	ИТОГО	180		34		17				129

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Краткая история развития адсорбционных технологий

- 1.1. Краткая история развития рынка адсорбентов, становления и развития теоретических основ и промышленная реализация адсорбционных процессов и технологий.
- 1.2. Роль кафедры технологии неорганических веществ МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева в развитии адсорбционных процессов.

Раздел 2. Физико-химические основы адсорбционных процессов

- 2.1. Основные понятия в теории адсорбции.
- 2.2. Краткий обзор промышленных адсорбентов (активные угли, цеолиты, силикагели, оксид алюминия и алюмогели, полимерные сорбенты): синтез, свойства, применение. Новые виды адсорбентов: углеродные молекулярные сита, мезопористые молекулярные сита, металлорганические каркасные структуры.
- 2.3. Адсорбционное равновесие. Расчет величин адсорбции с использованием современных теоретических подходов.
- 2.4. Адсорбция смесей.
- 2.5. Массо- и теплообмен в адсорбционных процессах. Фронтальная динамика конвективного теплообмена в неподвижном зернистом слое. Динамика фронтальной адиабатической адсорбции. Динамика фронтальной адиабатической десорбции (нагревание адсорбента путем контакта с горячим газовым потоком). Фронтальная динамика адсорбции газовых смесей.

Раздел 3. Технология и расчет адсорбционных процессов

- 3.1. Краткий обзор методов регенерации адсорбентов и классификация процессов по методам регенерации. Циклические процессы с регенерацией адсорбента путем ввода в слой горячего газового потока.
- 3.2. Циклические процессы с регенерацией адсорбента путем ввода в слой теплоносителя – водяного пара. Рекуперация углеводородов. Особенности технологии и аппаратуры процессов. Принципы проектирования установок. Альтернативные процессы рекуперации углеводородов.
- 3.3. Циклические процессы с косвенным вводом тепла (с регенерацией адсорбента без контакта с теплоносителем). Достоинства и недостатки адсорбционных процессов, в которых ввод (отвод) тепла осуществляют за счет теплопроводности.
- 3.4. Короткоцикловые процессы с безнагревной регенерацией адсорбента (КЦА). Особенности кинетики и динамики процессов КЦА. Основные технологические и аппаратурные особенности процессов. Получение чистого водорода. Основные технологические и аппаратурные особенности процесса. Очистка газов от диоксида углерода. Получение защитных атмосфер. Концентрирование диоксида углерода для карбонизации рассолов в содовом производстве.
- 3.5. Адсорбционная очистка от соединений серы. Очистка технологических газов от сероводорода, органических соединений серы, диоксида серы. Технологические схемы, типы применяемых адсорберов. Достоинства и недостатки методов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать: (перечень из п.2)			
1	– научные основы промышленных адсорбционных процессов;	1	2	3
2	– базовые технологии адсорбционной очистки газов и жидкостей и разделения газовых смесей; – основное оборудование и применяемые адсорбенты для решения поставленных задач в области адсорбционных технологий; – теоретические основы проектирования, выбор адсорбентов и оборудования для очистки газов и жидкостей и разделения газовых смесей адсорбционным методом;	1	2	3
	Уметь: (перечень из п.2)			
3	– применять современные технологии и оборудование для решения вопросов очистки газов и жидких сред и разделения газовых смесей адсорбционным методом; – применять современные технологии и оборудование для обеспечения экологической безопасности;	-	2	3
4	– выполнять расчеты материального и энергетического балансов адсорбционных установок; – подбирать современное основное оборудование и комплекты вспомогательного оборудования для комплектования адсорбционных установок для очистки и разделения газов; – использовать опыт зарубежных фирм по разработке и эксплуатации адсорбционных установок;	-	2	3
	Владеть: (перечень из п.2)			
5	– современными методами оценки характеристик применяемых адсорбентов, процессов и аппаратов для решения вопросов очистки и разделения газов;	-	2	3
6	– современными методами оценки чистоты газов, степени очистки газовых потоков; базами данных по подбору оборудования.	-	2	3

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>(какие)</u> компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)						
	Код и наименование ПК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)	1	2	3	
11	– 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		2	3	
12	– ПК-4. Способен самостоятельно проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области получения и использования неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-4.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических химических веществ, способы получения сорбентов и катализаторов и технические требования к ним ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний неорганических химических веществ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ	1	2	3	

13	– ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства неорганических химических веществ, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации оборудования для их производства, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства неорганических химических веществ ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения неорганических химических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства	1	2	3	

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	2	Расчет параметров пористой структуры адсорбентов и величины адсорбции по уравнениям теории объемного заполнения микропор.	2
2	2	Расчет адсорбции бинарной смеси паров.	2
3	2	Определение продолжительности работы зернистого слоя в условиях применимости моделей динамики адсорбции: - фронтальной изотермической равновесной и неравновесной моделей адсорбции; - фронтальной динамики теплообмена; - фронтальной адиабатической динамики адсорбции; - фронтальной адиабатической динамики десорбции.	3
4	2	Определение продолжительности работы зернистого слоя в условиях применимости модели фронтальной динамики адсорбции газовых смесей	2
5	3	Технологический расчет установки рекуперации углеводородов;	2
6	3	Расчет установки очистки природного газа от сернистых соединений с регенерацией адсорбента с косвенным вводом тепла	2
7	3	Расчет процесса получения защитной атмосферы, построение циклограммы, обсуждение схем процесса и особенностей кинетики и динамики.	2
8	3	Расчет установки очистки природного газа от сернистых соединений. Подбор адсорбента, расчет равновесной емкости сероводорода при адсорбции из смеси газов, выбор метода регенерации, обсуждение технологической схемы, расчет размеров адсорбера.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Промышленные адсорбционные процессы в неорганической технологии*» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета (1-ый 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 30 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по разделам 2 и 3). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 30 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 1 вопрос и 1 задачу, по 15 баллов за вопрос и 15 баллов за задачу.

1. Равновесная адсорбция смесей. Коэффициент разделения, его зависимость от температуры, давления, свойств адсорбента.
2. Специфика адсорбции слабо сорбирующихся газов. Изотермы избыточной адсорбции. Взаимосвязь полной и избыточной адсорбции.
3. Выходные кривые и кривые распределения температур и концентраций для адиабатической адсорбции.
4. Соотношения между концентрационным и температурным фронтами в динамике адиабатической адсорбции.
5. Типы ионитов. Классификация по ионогенным группам. Применение.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

1. Классификация адсорбционных процессов по методам регенерации адсорбента
2. Основные стадии циклических процессов, проводимых с применением тепла для регенерации адсорбентов.
3. Старение и дезактивация адсорбентов.

4. Назначение и область применения процессов термовытеснительного типа.
5. Ограничения на концентрацию рекуперлируемого растворителя. Чем они вызваны, как обеспечивается необходимый состав газа?
6. Узел подготовки газа в углепаровой рекуперационной установке.
7. Блок переработки конденсата в углеадсорбционных рекуперационных установках.
8. Конструкции адсорберов, применяемых в процессах рекуперации летучих растворителей.
9. Срок службы адсорбента в установках углепаровой рекуперации растворителей. Причины дезактивации адсорбента.
10. Области применения циклических процессов с нагревом и охлаждением слоя за счет теплопроводности.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины – зачет с оценкой.

Для дисциплин, изучаемых в течение одного семестра и завершающихся итоговым контролем в форме зачета с оценкой или экзамена:

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса: 1 вопрос – 10 баллов, 2 вопрос – 10 баллов, 3 вопрос – 10 баллов.

1. Равновесная адсорбция смесей. Коэффициент разделения, его зависимость от температуры, давления, свойств адсорбента.
2. Уравнения Льюиса и Бентона-Маркгема для адсорбции смесей.
3. Условия применимости уравнений Льюиса и Бентона-Маркгема для адсорбции смесей.
4. Специфика адсорбции слабо сорбирующихся газов. Изотермы избыточной адсорбции. Взаимосвязь полной и избыточной адсорбции.
5. Фронтальная динамика нагрева и охлаждения зернистого слоя. Кривые распределения, выходные кривые. Скорость движения центра тяжести тепловой волны.
6. Фронтальная динамика адиабатической адсорбции.
7. Выходные кривые и кривые распределения температур и концентраций для адиабатической адсорбции.
8. Соотношения между концентрационным и температурным фронтами в динамике адиабатической адсорбции.
9. Разогрев в динамике адиабатической адсорбции.
10. Выходные кривые и кривые распределения температур и концентраций для адиабатической десорбции.
11. Фронтальная изотермическая динамика адсорбции смесей.
12. Цеолиты, их адсорбционные свойства и применение в адсорбционных процессах.
13. Мезоструктурированные силикаты и оксид алюминия. Перспективы применения.
14. Металлоорганические каркасные структуры (MOFs), строение, свойства, перспективы применения.
15. Типы ионитов. Классификация по ионогенным группам. Применение.
16. Ионный обмен.

17. Классификация адсорбционных процессов по методам регенерации адсорбента
18. Основные стадии циклических процессов, проводимых с применением тепла для регенерации адсорбентов.
19. Старение и дезактивация адсорбентов.
20. Назначение и область применения процессов термо-вытеснительного типа.
21. Ограничения на концентрацию рекупируемого растворителя. Чем они вызваны, как обеспечивается необходимый состав газа?
22. Узел подготовки газа в углепаровой рекуперационной установке.
23. Блок переработки конденсата в углеадсорбционных рекуперационных установках.
24. Конструкции адсорберов, применяемых в процессах рекуперации летучих растворителей.
25. Срок службы адсорбента в установках углепаровой рекуперации растворителей. Причины дезактивации адсорбента.
26. Области применения циклических процессов с нагревом и охлаждением слоя за счет теплопроводности.
27. Схема очистки воздуха с регенерацией адсорбента подводом тепла через стенку. Прокомментируйте работу установки.
28. Основные принципы осуществимости короткоцикловых адсорбционных процессов (КЦА).
29. На примере циклограммы и схемы изложите основной принцип работы установок КЦА для выделения чистого водорода.
30. Концентрирование диоксида углерода в установках VSA для карбонизации аммонизированных рассолов (см. раздаточный материал).
31. Трехадсорберная схема КЦА получения защитных атмосфер.
32. Очистка газов от диоксида серы. Пользуясь раздаточным материалом, опишите технологическую схему очистки топочных газов по методу «Бергбау-Форшунг»
33. Достоинства и ограничения применения адсорбционных методов в процессах очистки газов от соединений серы.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «*Промышленные адсорбционные процессы в неорганической технологии*» проводится в 1-ом семестре и включает контрольные вопросы по разделам 2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой ТНВ и ЭП Колесников А.В. «__» _____ 2025	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов
	18.04.01 Химическая технология Магистерская программа «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства» Дисциплина «Промышленные адсорбционные процессы в неорганической технологии»
Билет № 1 1. Равновесная адсорбция смесей. Коэффициент разделения, его зависимость от температуры, давления, свойств адсорбента. 2. Соотношения между концентрационным и температурным фронтами в динамике адиабатической адсорбции. 3. Достоинства и ограничения применения адсорбционных методов в процессах очистки газов от соединений серы.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Шумяцкий Ю.И. Промышленные адсорбционные процессы. М.: КолосС, 2009. 183 с.
2. Алехина М.Б. Промышленные адсорбенты: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. 112 с.
3. Алёхина М.Б., Конькова Т.В., Либерман Е.Ю., Кошкин А.Г. Экспериментальные методы исследования адсорбции. Лабораторные работы: учеб. пособие / М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 88 с.
4. Адсорбционные воздухоразделительные установки для получения газообразного и жидкого азота: учеб. пособие / Ю.В. Никифоров, А.А. Казакова, М. Б. Алёхина - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 88 с.
5. Современные методы очистки техногенных сточных вод от токсичных примесей: учеб. пособие / В.В. Милютин, М.Б. Алехина. Б.Е. Рябчиков, – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 132 с.
6. Никифоров Ю.В., Казакова А.А., Алехина М.Б. Диффузия и адсорбция газов и паров в инженерных задачах. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 166 с.
7. Алехина М.Б., Исаева В.И. Металлорганические каркасные структуры для очистки и разделения газовых сред. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. – 76 с.

Б. Дополнительная литература

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984. 592 с.
2. Фенелонов В. Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 414 с.
3. Аэров М.Э., Тодес О.М., Наринский Д.А. Аппараты со стационарным зернистым слоем. Л.: Химия. 1979. - 176 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал физической химии ISSN: 0044-4537
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Adsorption» ISSN: 0929-5607
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN: 0040-3571
- Журнал «Химическая технология» ISSN: 1684-5811
- Журнал «Кинетика и катализ» ISSN: 0453-8811
- Журнал «Физикохимия поверхности и защита материалов» ISSN 0044-1856
- Журнал прикладной химии ISSN 0044-4618
- Журнал «Сорбционные и хроматографические процессы» ISSN: 1680-0613
- Journal of materials science ISSN: 0022-2461
- Journal of Colloid and Interface Science ISSN: 0021-9797
- Журнал «Microporous and Mesoporous Materials» ISSN: 1387-1811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. – <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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. Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Электронные информационные ресурсы, доступные пользователям РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2025 году (2 квартал)

№	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.mucltr.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 г. Ссылка на сайт- 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 г. Ссылка на сайт- https://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 от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	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	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 г. 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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co

		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 - 2034 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 ю	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 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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.	Books – 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	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. 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 Бессрочно

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.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.
4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
5. 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.
6. 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).
7. 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. рецензирование.
8. 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.
9. 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.
10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
 - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня
11. 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>
12. 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>

13. 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>

14. 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/>

15. 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>

16. 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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Промышленные адсорбционные процессы в неорганической технологии*» проводятся в очной форме и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса. Презентации лекционного материала. Электронные диски с учебными фильмами.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	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
5.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6.	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"	бессрочная

			на 50 мест	
7.	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom 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
10.	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
11.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
12.	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
13.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
14.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
15.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
16.	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
17.	Instrument Control Toolbox Classroom 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
18.	Image Processing Toolbox Classroom 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
19.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent	Контракт № 143-	25 лицензий для активации на	бессрочная

	Licenses (per License)	164ЭА/2010 от 14.12.10	рабочих станциях	
20.	System Identification Toolbox Classroom 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
21.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
22.	Statistics Toolbox Classroom 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
23.	Global Optimization Toolbox Classroom 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
24.	Partial Differential Equation Classroom 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
25.	Optimization Toolbox Classroom 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
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Single Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic License	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-	150 лицензий для активации на	бессрочная

		35ЭА/2020 от 26.05.2020	рабочих станциях	
32.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 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 обновлённую версию продукта)
34.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189- 240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109- 132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая	Контракт № 109-	1	бессрочная

	лицензия (FNL)	132ЭА/2023 от 22.09.2023		
41.	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. Краткая история развития адсорбционных технологий	<i>Знает:</i> – научные основы промышленных адсорбционных процессов ... – ... <i>Умеет:</i> – применять современные технологии и оборудование для решения вопросов очистки газов и жидких сред и разделения газовых смесей адсорбционным методом ... – ... <i>Владеет:</i> – современными методами оценки характеристик применяемых адсорбентов, процессов и аппаратов для решения вопросов очистки и разделения газов;	-
Раздел 2. Физико-химические основы адсорбционных процессов	<i>Знает:</i> – научные основы промышленных адсорбционных процессов ... – основное оборудование и применяемые адсорбенты для решения поставленных задач в области адсорбционных технологий <i>Умеет:</i> – применять современные технологии и оборудование для решения вопросов очистки газов и жидких сред и разделения газовых смесей адсорбционным методом ... – применять современные технологии и оборудование	Оценка за контрольную работу №1

	для обеспечения экологической безопасности – выполнять расчеты материального и энергетического балансов адсорбционных установок ... <i>Владеет:</i> – современными методами оценки характеристик применяемых адсорбентов, процессов и аппаратов для решения вопросов очистки и разделения газов; – современными методами оценки чистоты газов, степени очистки газовых потоков; – базами данных по подбору оборудования	
Раздел 3. Технология и расчет адсорбционных процессов	<i>Знает:</i> – базовые технологии адсорбционной очистки газов и жидкостей и разделения газовых смесей ... – базовые технологии обезвреживания газовых выбросов адсорбционным методом ... <i>Умеет:</i> – применять современные технологии и оборудование для решения вопросов очистки газов и жидких сред и разделения газовых смесей адсорбционным методом – применять современные технологии и оборудование для обеспечения экологической безопасности ... – использовать опыт зарубежных фирм по разработке и эксплуатации адсорбционных установок ... <i>Владеет:</i> – современными методами оценки характеристик применяемых адсорбентов, процессов и аппаратов для решения вопросов очистки и	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка за зачет

	разделения газов; – современными методами оценки чистоты газов, степени очистки газовых потоков; – базами данных по подбору оборудования ...	

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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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
«Промышленные адсорбционные процессы в неорганической технологии»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
 «Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства»

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

«Профессионально-ориентированный перевод»

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

**Магистерская программа – «Технология неорганических веществ,
сорбентов и катализаторов для их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена:

Зав. кафедрой иностранных языков, к.филол.н, к.э.н., доцентом Кузнецовым И.А.,
Профессором, д.п.н., к.х.н. Кузнецовой Т.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры иностранных языков
«30» июня 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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Профессионально-ориентированный перевод»** относится к факультативным дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Иностранный язык».

Цель дисциплины – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

Задачи дисциплины:

- подготовка к профессионально-ориентированному переводу научно-технических специальных текстов путем создания у студентов пассивного и активного запаса лексики, в том числе общенаучной и специальной терминологии, необходимой для перевода научно-технических текстов по выбранной специальности;
- отработка грамматических тем, представляющих сложности при переводе в паре языков русский - английский;
- формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина **«Профессионально-ориентированный перевод»** преподается во 2 семестре (очная форма обучения). 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:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Коммуникации	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.); УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях.

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
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
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 химического и химико-технологического производства)	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	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 В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. (уровень квалификации – 6)
			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	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

Уметь:

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

Владеть:

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,9	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34,0	25,5
Самостоятельная работа	1,1	38,0	28,5
Контактная самостоятельная работа	1,1		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		38	28,5
Виды контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. рабо- та
1.	Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов	24	-	12	-	12
1.1	Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.	12	-	6	-	6
1.2	Техническая терминология: характеристики. Терминология в области информационных систем в цифровой экономике. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.	12	-	6	-	6
2.	Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов	24	-	12	-	12
2.1	Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.	6	-	3	-	3
2.2	Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по теме «Информационные системы в цифровой экономике».	6	-	3	-	3
2.3	Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Информационные системы в цифровой экономике».	6	-	3	-	3

2.4	Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.	6	-	3	-	3
3.	Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе	24	-	10	-	14
3.1	Системы автоматизации перевода (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.	12	-	6	-	6
3.2	Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.	12	-	4	-	8
	ИТОГО	72	-	34	-	38

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов

1.1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.

1.2. Техническая терминология: характеристики.

Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.

Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов

2.1. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

2.2. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.3. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.4. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.

Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе.

3.1. Системы автоматизации перевода. (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.

3.2. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– основные способы достижения эквивалентности в переводе;	+	+	+
2	– основные приемы перевода;	+		
3	– языковую норму и основные функции языка как системы;	+	+	
4	– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;	+	+	+
	Уметь:			
5	– применять основные приемы перевода;	+	+	+
6	– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;	+	+	+
7	– оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;		+	+
8	– осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста		+	+
	Владеть:			
9	– методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;		+	+
10	– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;	+	+	+
11	– основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;		+	+
12	– основной иноязычной терминологией специальности,		+	+
13	– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</u> :				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
14	– УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для	– УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;	+	+

	академического и профессионального взаимодействия	– УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);	+	+	+
		– УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
15	– 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;	+	+	+
		– 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.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Очная форма обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1.	Раздел 1	Практическое занятие 1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность. адекватность, переводимость специальных текстов.	6
2.	Раздел 1	Практическое занятие 2. Техническая терминология: характеристики. Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.	6
3.	Раздел 2	Практическое занятие 3. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.	3
4.	Раздел 2	Практическое занятие 4. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.	3
5.	Раздел 2	Практическое занятие 5. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.	3
6.	Раздел 2	Практическое занятие 6. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.	3
7.	Раздел 3	Практическое занятие 7. Системы автоматизации перевода (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.	6
8.	Раздел 3	Практическое занятие 8. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета* (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), оценки за реферат (максимальная оценка 10 баллов) и оценки за практическую работу (максимальная оценка 30 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Основы природопользования
2. Экологический мониторинг
3. Техногенные системы и экологический риск
4. Основы промышленной экологии
5. Основные проблемы химии устойчивого развития

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольную работу 1 составляет: 20 баллов; за контрольную работу 2 – 20 баллов; за контрольную работу 3 – 20 баллов (1 семестр).

Раздел 1. Контрольная работа № 1.

Примеры заданий к контрольной работе № 1.

Контрольная работа содержит 3 задания:

1 задание: перевод текста с листа – 10 баллов,

2 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,

3 задание: письменный перевод предложений на видовременные формы английского глагола – 5 баллов,
оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.

1. Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в действительном залоге.

Water purification

Water purification is the removal of contaminants from raw water to produce drinking water that is pure enough for human consumption or for industrial use. Substances that are removed during the process include parasites, bacteria, algae, viruses, fungi, minerals (including toxic metals such as Lead, Copper etc.), and man-made chemical pollutants. Many contaminants can be dangerous—but depending on the quality standards, others are removed to improve the water's smell, taste, and appearance. A small amount of disinfectant is usually intentionally left in the water at the end of the treatment process to reduce the risk of re-contamination in the distribution system. Many environmental and cost considerations affect the location and design of water purification plants. There are a number of methods commonly used to purify water. Their effectiveness is linked to the type of contaminant being treated and the type of application the water will be used for.

Filtration: This process can take the form of any of the following:

- Coarse filtration: Also called particle filtration, it can utilize anything from a 1 mm sand filter, to a filter.
- Micro filtration: Uses 1 to 0.1 micron devices to filter out bacteria. A typical implementation of this technique can be found in the brewing process.
- Ultra filtration: Removes pyroxenes, DNA and RNA fragments.
- Reverse osmosis: Often referred to as RO, reverse osmosis is the most refined degree of liquid filtration. Instead of a filter, it uses a porous material acting as a unidirectional sieve that can separate molecular-sized particles.

Distillation: Oldest method of purification. Inexpensive but cannot be used for an on-demand process. Water must be distilled and then stored for later use, making it again prone to contamination if not stored properly. Activated carbon adsorption: Operates like a magnet on chlorine and organic compounds. Ultraviolet radiation: At a certain wavelength, this might cause bacteria to be sterilized and other micro organics to be broken down. Deionization: Also known as ion exchange, it is used for producing purified water on-demand, by passing water through resin beds. Negatively charged (cationic) resin removes positive ions, while positively charged one (anionic) removes negative ions. Continuous monitoring and maintenance of the cartridges can produce the purest water.

2. Контроль лексики – 50 лексических единиц.

3. Перевод предложений на пройденный лексико-грамматический материал

The students were writing down all the data during the experiment.

The researchers will complete the experimental part of their investigation in a week.

They had already completed the experiment when he came.

This technician will have installed the new equipment in our lab by the beginning of the new year.

The production of zinc occurred much later than that of the other common metals.

A number of scientists have confirmed this suggestion.

That matter may exist in three physical states (solid, liquid and gas) is common knowledge.

According to the wave theory, light consists of rapid vibrations.

In the course of his investigations of the solar spectrum, Kirchhoff obtained a number of fundamental results.

In 1911, Ernest Rutherford put forward a model of the atom according to which the atom consists of a small, heavy, charged central nucleus surrounded by a charge distribution of the opposite sign.

Раздел 2. Контрольная работа № 2.

Примеры заданий к контрольной работе № 2.

Контрольная работа содержит 5 заданий:

1 задание: Устный перевод текста – 10 баллов,

2 задание: письменный перевод 10 предложений (без словаря) – 5 баллов,

3 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,

оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.

1. Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в страдательном залоге и на инфинитивные конструкции.

Solid wastes are generally composed of non-biodegradable and non-compostable biodegradable materials. The latter refer to solid wastes whose biodeterioration is not complete; in the sense that the enzymes of microbial communities that feed on its residues cannot cause its disappearance or conversion into another compound. Parts of liquid waste materials are also considered as solid wastes, where the dredging of liquid wastes will leave solid sedimentation, to which proper waste management techniques should also be applied. Solid waste pollution is when the environment is filled with non-biodegradable and non-compostable biodegradable wastes that are capable of emitting greenhouse gases, toxic fumes, and particulate matters as they accumulate in open landfills. These wastes are also capable of leaching organic or chemical compositions to contaminate the ground where such wastes lay in accumulation. Solid wastes carelessly thrown in streets, highways, and alleyways can cause pollution when they are carried off by rainwater run-offs or by flood water to the main streams, as these contaminating residues will reach larger bodies of water.

2. Письменно переведите предложения (без словаря):

The engine to be installed in this car is very powerful.

Most scientists expect major development in the nearest future to take place in biology.

One will naturally think such course of events to be disastrous not only for science but for future of mankind.

He is not only critical of the work of others, but also of his own, since he knows the man to be the least reliable of scientific instruments.

The theory suggested by Dr. McCarty is reported to fit the experimental data.

For any natural physical state to change, some changes of the condition acting upon this state must occur.

We know acids and bases to be extremely useful substance.

In this experiment scientists seemed to have included some new compounds.

To understand the nature of this phenomenon was very difficult.

The purpose of this experiment is to find a solvent for this mixture.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

Контрольная работа №3. Примеры заданий к контрольной работе №3.

Контрольная работа №3 содержит 3 задания:

1 задание: перевод статьи и составление к ней аннотации – 10 баллов,

2 задание: письменный перевод предложений, содержащих пройденные грамматические конструкции – 5 баллов,

3 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,

оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.

1. Переведите статью и составьте к ней аннотацию:

What Are the Causes of Solid Waste Pollution?

Causes of solid waste pollution are pollutants from households, industrial units, manufacturing units, commercial establishments, landfills, hospitals and medical clinics. The

pollutants from these places may be in the form of non-biodegradable matter or non-compostable degradable matter.

Trash collected from households often takes the form of plastic bags and organic waste. Solid feces flowing out of homes and into sewers pollute underground water. Commercial establishments also pile up a lot of such waste matter. Industrial units involved in manufacturing produce toxic solid waste, such as slag, from the industrial process of obtaining metals from their ores.

Hospitals and clinics also produce waste in the form of disposable syringes, used test tubes, plastic bags used for collecting blood, cotton swabs and used bandages. Such solid waste needs careful handling and disposal. The soil becomes polluted with dangerous medical waste when such matter is disposed of directly into landfills.

Solid waste is usually dumped in landfills. Landfills are large pits in the ground that act as garbage disposal places. The biodegradable matter in landfills becomes a part of the soil gradually. The toxic non-biodegradable and non-compostable matter poses a health hazard as it does not decompose but mixes with the soil and the underground water.

Industrial incinerators are used to burn trash on a large scale. They cause pollution by emitting greenhouse gases while burning solid waste.

Recycling reduces pollution by cutting down on the amount of waste that sits in landfills and clutter that dirties streets, parks, roadsides, rivers and lakes. Solid waste material that ends up in landfills causes air pollution in the form of methane gas emissions. Recycling more waste reduces the amount of methane that escapes into the air. Recycling also reducing the production of virgin resources which process contributes to pollution.

When products such as glass, paper, plastic, wood and metals are thrown away and left to rot in a landfill, their presence leads to increased pollution. Likewise, trash that is thrown on the ground by pedestrians and motorists increases pollution. That debris scatters about and becomes an eyesore and environmental hazard.

Reclaiming city streets, parks, highways and waterways from the pollution created by trash and debris is a major priority for most cities across the United States. Pollution must constantly be monitored so that it does not get out of control and become overly destructive to the environment. When people are careless with trash, their behavior can ruin land and important waterways.

In a world that is increasingly crowded, recycling is crucial in order to prevent the further sprawl of toxic landfills that threaten the delicate balance of the ecosystem. Support the planet by separating recyclable materials into bins or taking materials to recycling centers.

2. Письменно переведите предложения (без словаря)

1. The phlogiston theory is a theory that postulated that a fire-like element called phlogiston is contained within combustible bodies and released during combustion.

2. The theory attempted to explain burning processes such as combustion and rusting, which are now collectively known as oxidation.

3. The theory of phlogiston was suggested by the German Georg Ernst Stahl in the early 18th century

4. Phlogiston remained the dominant theory until the 1780s when Lavoisier showed that combustion requires a gas that has mass (oxygen) and could be measured by means of weighing closed vessels

5. The development of the electrochemical theory of chemical combinations occurred in the early 19th century as the result of the work of two scientists in particular.

6. Davy discovered nine new elements including the alkali metals by extracting them from their oxides with electric current.

7. The current model of atomic structure is the quantum mechanical model.

8. Traditional chemistry starts with the study of elementary particles, atoms, molecules, substances, metals, crystals and etc.

9. This matter can be studied in solid, liquid, or gas states, in isolation or in combination.

10. The interactions, reactions and transformations that are studied in chemistry are usually the result of interactions between atoms, leading to rearrangements of the chemical bonds which hold atoms together.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета (2 семестр).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Английский язык для химиков – технологов: учебно-методический комплекс в 2 ч.: учеб. пособие/. Кузнецова Т. И. Воловикова Е. В. Кузнецов И. А.; под ред. Т. И. Кузнецовой – М.: М. РХТУ, 2021 г. - 412 с.

2. Кузнецов, И. А., Кузнецова, Т. И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещённый в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Кузнецов, Т. И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва: РХТУ, 2018.

3. Кузьменкова, Ю. Б. Английский язык для технических направлений (А1): учебное пособие для вузов / Ю. Б. Кузьменкова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11608-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495261> (дата обращения: 08.02.2024).

4. Беляева, И. В. Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. В. Беляева, Е. Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.

5. Английский язык для естественно-научных направлений: учебник и практикум для вузов / Л. В. Полубиченко, Е. Э. Кожарская, Н. Л. Моргун, Л. Н. Шевырдяева; под редакцией Л. В. Полубиченко. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15168-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489569> (дата обращения: 08.02.2024).

Б. Дополнительная литература

1. Англо-русский словарь химико-технологических терминов / Е. С. Бушмелева, Л. К. Генг, А. А. Карпова, Т. П. Рассказова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 132 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08001-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493385> (дата обращения: 08.02.2024).

2. Стогниева, О. Н. Английский язык для ИТ-направлений. English for Information Technology: учебное пособие для вузов / О. Н. Стогниева. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07849-7. — Текст:

электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492791> (дата обращения: 08.02.2024).

3. Краснова, Т. И. Английский язык для специалистов в области интернет-технологий. English for Internet Technologies: учебное пособие для вузов / Т. И. Краснова, В. Н. Вичугов. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 205 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8573-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490272> (дата обращения: 08.02.2024).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

— Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

— Презентации к лекциям.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

— <http://www.openet.ru> — Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;

— <http://window.edu.ru/> — Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;

— <http://fepo.i-exam.ru> — ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;

— <https://muctr.ru> — Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;

— <http://www.translators-union.ru> — портал Союз переводчиков России (СПР);

— <http://www.russian-translators.ru> — Национальная лига переводчиков;

— <http://www.internationalwriters.com> — The Translator's Tool Box.

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

— <http://doaj.org/> — Directory of Open Access Journals (DOAJ); ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира;

— <https://www.doabooks.org/> — Directory of Open Access Books (DOAB); в базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами;

— <https://www.biomedcentral.com/> — BioMed Central; база данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе;

— <https://arxiv.org/> — электронный ресурс arXiv; крупнейшим 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;

— <http://www.mdpi.com/> — коллекция журналов MDPI AG; междисциплинарный 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;

— <http://www.intechopen.com/> — издательство с открытым доступом InTech; 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;

— <http://www.chemspider.com/> — база данных химических соединений ChemSpider; 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);

- <http://journals.plos.org/plosone/> – Коллекция журналов PLOS ONE; 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;
- <http://www.uspto.gov/> – US Patent and Trademark Office (USPTO); Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время;
- <http://worldwide.espacenet.com/> – Espacenet - European Patent Office (EPO); Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
- http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru – Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС).
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов -300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов 300).
- онлайн-курсы на портале study.muctr.ru "Английский язык для профессиональной коммуникации" (<https://study.muctr.ru/course/view.php?id=220>), межфакультетский образовательный онлайн курс «Теория и практика перевода» (<https://study.muctr.ru/course/view.php?id=217>), аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения.

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 г. 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 «*Иностранный язык*» 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; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет. Компьютерный класс, оргтехника, теле-, аудио - и видеоаппаратура; мультимедийный проектор, широкоформатный экран.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам занятий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

- информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам занятий;
- электронные презентации к разделам занятий; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде;
- кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

Электронные информационные ресурсы, доступные пользователям
РХТУ им. Д.И. Менделеева
в 2025 году (2 квартал)

Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

№	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 г. Ссылка на сайт- 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 г. Ссылка на сайт- https://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 от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	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	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 г. 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
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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co
		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 - 2034 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 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP- адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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.	Books – 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, языковедение и др. Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.
16.	Научные журналы РАН	Принадлежность – сторонняя 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 Бессрочно

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](#)

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.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.
4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
5. 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.
6. 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).
7. 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. рецензирование.
8. 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.
9. 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.
10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
 - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня
11. 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>

12. 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>

13. 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>

14. 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/>

15. 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>

16. 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:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	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
5.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90- 133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6.	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
7.	Среда разработки Delphi	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-	1 лицензия для активации на	бессрочная

		164ЭА/2010 от 14.12.10	рабочих станциях	
9.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom 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
10.	Система проектирования СА ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
11.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
12.	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
13.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
14.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
15.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
16.	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
17.	Instrument Control Toolbox Classroom 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
18.	Image Processing Toolbox Classroom 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
19.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

		от 14.12.10		
20.	System Identification Toolbox Classroom 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
21.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
22.	Statistics Toolbox Classroom 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
23.	Global Optimization Toolbox Classroom 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
24.	Partial Differential Equation Classroom 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
25.	Optimization Toolbox Classroom 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
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-	24 лицензии для активации на	бессрочная

		64ЭА/2013 от 02.12.2013	рабочих станциях	
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 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 обновлённую версию продукта)
34.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА- 223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189- 240ЭА/2023	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

		от 15.01.2024		
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41.	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. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов.	<i>Знает:</i> – основные способы достижения эквивалентности в переводе; – основные приемы перевода; – языковую норму и основные функции языка как системы; – достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий; <i>Умеет:</i> – применять основные приемы перевода; – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм; <i>Владеет:</i> – методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях.	Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)
Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов.	<i>Знает:</i> – основные способы достижения эквивалентности в переводе; – языковую норму и основные функции языка как системы – достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий; <i>Умеет:</i> – применять основные приемы перевода; – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм; – оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе; – осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением	Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)

	грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста; <i>Владеет:</i> – методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания; – методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях; – основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода; – основной иноязычной терминологией специальности.	
Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально – ориентированном переводе.	<i>Знает:</i> – основные способы достижения эквивалентности в переводе; – достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий; <i>Умеет:</i> – применять основные приемы перевода; – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм; – оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе; – осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста; <i>Владеет:</i> – методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания; – методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной,	Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр) Оценка за реферат (2 семестр) Оценка за практическую работу (2 семестр)

	специальной литературе и компьютерных сетях; – основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода; – основной иноязычной терминологией специальности; – основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.	

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
«Профессионально-ориентированный перевод»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
 «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»

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

**«Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов
химической технологии»**

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов
для их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена профессором кафедры Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов, доктором технических наук И.А. Почиталкиной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов

«28» апреля 2025 г., протокол № 5

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии»**, относится к обязательной части (Б.1.О.05) дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основных и специальных дисциплин программы магистратуры.

Цель дисциплины – создание для обучающихся условий приобретения необходимых знаний, умений и навыков для самостоятельного решения профессиональных задач, предусмотренных программой дисциплины, а также формирования необходимых компетенций для осуществления профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – ознакомление с классификацией промышленных процессов и оборудования, справочной технической литературой и стандартами на технологию его изготовления, развитие способностей к анализу эффективности работы используемого типового оборудования, совершенствованию химико-технологических процессов, а также формирование у обучающихся системных знаний в области технологии неорганических веществ.

Дисциплина **«Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии»**, 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**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК

Научные исследования и разработки	ОПК-3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку.	ОПК-3.1 Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности; ОПК-3.2. Знает технологические основы организации современных химических производств соответствующего профиля; ОПК-3.3. Знает современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности; ОПК-3.4. Знает конструкцию современного технологического оборудования соответствующего профиля; ОПК-3.5 Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием; ОПК-3.6. Умеет выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико- химических свойств перерабатываемых материалов; ОПК-3.7. Умеет находить нестандартные решения задач технологического и аппаратурного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля; ОПК-3.8. Умеет квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов. ОПК-3.9. Умеет применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование. ОПК-3.10. Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности. ОПК-3.11. Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теоретические основы технологических процессов и современные проблемы технологии неорганических веществ;
- классификацию, специфику, материалы, конструкции и способы изготовления современного типового оборудования;
- способы повышения эффективности производства (продуктов основной неорганической химии, подготовки и переработки минерального сырья и обезвреживания промышленных выбросов);
- общие и технологические принципы осуществления отдельных стадий типовых процессов

Уметь:

- пользоваться технической литературой и проводить анализ технической документации;
- анализировать технические характеристики оборудования и взаимосвязь технологических параметров процесса с их эффективностью и качеством продукции;
- осуществлять выбор аппаратного оформления технологических процессов и способы их интенсификации на основе технико-экономического обоснования.

Владеть:

- методами теоретического и экспериментального исследования эффективности технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;
- методами сравнительной оценки эффективности технологического оборудования в химической промышленности и смежных отраслях;
- приемами и практикой применения пакета прикладных программ для внесения конструктивных решений в типовые аппараты, функционирующие на предприятиях, в инжиниринговых компаниях и проектно-исследовательских институтах отрасли.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38,2
Лекции	0,47	17	12,8
Практические занятия (ПЗ)	0,5	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Самостоятельная работа	0,58	21	15,7
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21	15,7
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	36	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. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Типовые процессы и оборудование в технологии неорганических веществ.	40	-	10	-	20	-	-	-	10
1.1	Введение.	2	-	1	-	-	-	-	-	1
1.2	Типовое оборудование для проведения основных химико-технологических процессов	24	-	7	-	12	-	-	-	5
1.3	Анализ основных уравнений тепло- и массопередачи.	14	-	2	-	8	-	-	-	4
2.	Раздел 2. Анализ аппаратного оформления технологических схем и способы повышения эффективности технологических процессов.	32	-	7	-	14	-	-	-	11
2.1	Анализ аппаратного оформления технологических схем. Способы повышения эффективности технологических процессов. Инструменты оценки эффективности технологических процессов.	15	-	3	-	6	-	-	-	6

2.2	Технико-экономическое обоснование и выбор типового высокоинтенсивного оборудования для оформления промышленных технологических схем, опытно-промышленных установок, научно-исследовательских лабораторий и инжиниринговых компаний.	12	-	2	-	6	-	-	-	4
2.3	Компьютерные системы проектирования для оформления технологических схем и внесения конструктивных решений в типовые аппараты.	5	-	2	-	2	-	-	-	1
		72		17		34				21
	Экзамен	36								
	ИТОГО	108								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Типовые процессы и оборудование в технологии неорганических веществ.

1.1. **Введение.** Современное состояние и проблемы технологии неорганических веществ.

1.2. **Типовое оборудование для проведения основных химико-технологических процессов** (растворения, кристаллизации, кислотного разложения, фильтрования, упаривания, грануляции, сушки, абсорбции, адсорбции и др.) и его технические характеристики; классификация типового оборудования по фазовым группам: Г-Ж; Ж-Т; Г-Т; специфика и особенности аппаратов высокой турбулентности, материалы и способы их изготовления.

1.3. **Анализ основных уравнений тепло- и массопередачи.** Способы интенсификации химико-технологических процессов. Взаимосвязь аппаратного оформления технологического процесса с его эффективностью.

Раздел 2. Анализ аппаратного оформления технологических схем и способы повышения эффективности технологических процессов.

2.1. Анализ аппаратного оформления технологических схем. Способы повышения эффективности технологических процессов. Инструменты оценки эффективности технологических процессов.

2.2. Технико-экономическое обоснование и выбор типового высокоинтенсивного оборудования для оформления промышленных технологических схем, опытно-промышленных установок, научно-исследовательских лабораторий и инжиниринговых компаний.

2.3. Компьютерные системы проектирования. Оформление технологических схем и внесение конструктивных решений в типовые аппараты.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		
1	– теоретические основы технологических процессов и современные проблемы технологии неорганических веществ;	+	+
2	– классификацию, специфику, материалы, конструкции и способы изготовления современного типового оборудования;	+	+
3	– способы повышения эффективности производства (продуктов основной неорганической химии, подготовки и переработки минерального сырья и обезвреживания промышленных выбросов);	+	+
4	– общие и технологические принципы осуществления отдельных стадий типовых процессов	+	+
	Уметь:		
5	– пользоваться технической литературой и проводить анализ технической документации;	+	+
	– анализировать технические характеристики оборудования и взаимосвязь технологических параметров процесса с их эффективностью и качеством продукции;	+	+
6	– осуществлять выбор аппаратного оформления технологических процессов и способы их интенсификации на основе технико-экономического обоснования.	+	+
	Владеть:	+	+
7	– методами теоретического и экспериментального исследования эффективности технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;	+	+
8	– методами сравнительной оценки эффективности технологического оборудования в химической промышленности и смежных отраслях;	+	+

9	– приемами и практикой применения пакета прикладных программ для внесения конструктивных решений в типовые аппараты, функционирующие на предприятиях, в инжиниринговых компаниях и проектно-исследовательских институтах отрасли.			
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения		
10	ОПК-3. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов.	– ОПК-3.1. Способен использовать законы и методы математических и естественных наук при решении научно-исследовательских и производственных задач;	+	+
		– ОПК-3.2. Способен решать производственные задачи из области технологии оборудования и конструкционных материалов с применением фундаментальных знаний;	+	+
		– ОПК-3.3. Способен решать исследовательские задачи из области материаловедения и технологии материалов с применением фундаментальных знаний;	+	+
		– ОПК-3.4. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач;	+	+
		– ОПК-3.5. Умеет формулировать и представлять результаты научного исследования;	+	+
		– ОПК-3.6. Владеет методами научного исследования;	+	+
		– ОПК-3.7. Владеет приемами формулирования основных компонентов научного исследования и изложения научного труда (выпускной квалификационной работы).	+	+

		– ОПК-3.8. Умеет квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов.	+	+
		– ОПК-3.9. Умеет применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование.	+	+
		– ОПК-3.10. Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности.	+	+
		– ОПК-3.11. Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля.	+	+

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. Классификация типового оборудования по фазовым группам. Физико-химические основы и способы интенсификации химико-технологических процессов. Специфика аппаратов, предназначенных для проведения гетерогенных процессов, модели, реализуемые в них. Работа с научно-технической литературой.	5
		Практическое занятие 2. Система Ж-Т. Анализ балансовых расчетов, оценка технологических параметров и сравнение эффективности работы типового емкостного оборудования стадии кислотного разложения минерального сырья (удельная производительность, энергопотребление и т.д.) и фильтровального оборудования стадии кристаллизации (необходимая площадь основной фильтрации, производительность по основному фильтрату ($\text{м}^3/\text{ч}$), удельная производительность основной зоны фильтрации ($\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ и т.д.	5
		Практическое занятие 3. Система Г-Ж. Анализ балансовых расчетов, оценка технологических параметров и сравнение эффективности работы типового оборудования стадии нейтрализации, абсорбции на примере (реактора-аммонизатора, трубчатого реактора, ИТН, САИ аммонизатора-гранулятора, абсорберов и др.).	5
		Практическое занятие 4. Система Г-Т. Анализ балансовых расчетов, оценка технологических параметров и сравнение эффективности работы типового оборудования стадии охлаждения, грануляции, сушки, адсорбции на примере сушильного барабана, барабана-гранулятора, РКСГ, адсорберов, циклонов и др.	5
2	2	Практическое занятие 2. Анализ аппаратного оформления технологических схем и способов повышения эффективности химико-технологических процессов.	6
		Технико-экономическое обоснование и выбор аппаратного оформления технологических процессов в химической промышленности и смежных отраслях с целью повышения их эффективности.	6
		Использование пакета программ для выполнения графической части работы.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии» не предусмотрен.

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 практическим занятиям и выполнению самостоятельных работ по модулям дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной технической литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, We of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- выполнение курсовой работы с использованием рекомендованной технической литературы, электронных баз: РИНЦ, Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts и пакета программ для выполнения графической части работы;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

8.ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (1семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Цель и общее содержание курса «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии», его связь с другими дисциплинами.
2. Цель мониторинга работы технологического оборудования.
3. Критерии оценки эффективности технологического процесса.
4. Проблемы химической технологии и пути их решения.

Вопрос 1.2.

1. Основные характеристики типового оборудования и их влияние на эффективность процессов.
2. Основные технологические аппараты для проведения гетерогенных процессов.
3. Влияние режима развитой турбулентности на конструкцию аппарата. Рассмотреть на конкретном примере.
4. Способы интенсификации процесса теплообмена на примере выпарного аппарата производства нитрата аммония.

Вопрос 1.3.

1. Способы повышения эффективности взаимодействия компонентов в системе Ж:Т. Рассмотреть на примере вскрытия минерального сырья.
2. Специфика конструкции аппаратов для фильтрации (системы Ж-Т).
3. Специфика конструкции аппаратов, предназначенных для гетерогенной системы Г-Т на примере адсорбера.
4. Конструктивные и технологические решения аппарата РКСТГ, обеспечивающие высокую эффективность процесса сушки.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 10 баллов за каждый.

Вопрос 2.1.

1. Выбор способа интенсификации процесса грануляции на основе анализа основного уравнения массопередачи.
2. Анализ эффективности работы барабана-гранулятора с использованием ретурной схемы.
3. Связь процесса абсорбции и экологической безопасности производства нитрата аммония.

Вопрос 2.2.

1. Способы интенсификации технологического процесса в системе Г-Ж производства ЭФК на примере адсорбера с экологической точки зрения.
2. Анализа основного уравнения массопередачи и выбор способа интенсификации процесса грануляции.
3. Анализ основного уравнения массопередачи и выбор способа интенсификация процесса абсорбции.

Вопрос 2.3.

1. Модель, реализуемая в аппарате шнекового типа, привести вид зависимости.
2. Модель, реализуемая в реакторе смешения высокой турбулентности, привести вид зависимости.
3. Привести пример реализации моделей идеального смешения и вытеснения на примере промышленного аппарата.

8.3. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр).

8.4.1. Экзамен по дисциплине «*Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии*» включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам, максимальная оценка за каждый 10 баллов. Максимальная оценка составляет 40 баллов.

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой ТНВ и ЭП Колесников А.В. «__» _____ 2025 г	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов
	18.03.01 Химическая технология Профиль - Технология неорганических веществ
	Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии

Билет № 1

1. Критерии оценки эффективности технологического процесса.
2. Способы изготовления аппаратов высокого давления.
3. Конструкция аппарата ИТН.
4. Анализа основного уравнения массопередачи и выбор способа интенсификации процесса грануляции.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Основы проектирования химических производств. Под ред. А.И. Михайличенко. М.: ИКЦ «Академкнига». 2005. - 332 с.
2. Почиталкина И. А., Петропавловский И. А., Филенко И. А. Основы проектирования и оборудование: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 56 с.
3. Петропавловский И.А., Дмитриевский А.Б., Левин Б.В., Почиталкина И.А. Химия и технология минеральных удобрений: учебник.- С-Пб.: Проспект науки, 2021.-344 с

Б. Дополнительная литература

1. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. Под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия. 1991. - 493 с.
2. Аэров М.Э., Тодес О.М., Наринский Д.А. Аппараты со стационарным зернистым слоем. Л.: Химия. 1999. - 176 с.
3. Технология аммиачной селитры, под ред. В. М. Олевского, М., 1991. 311 с.
4. Захаров В.П., Берлин А.А., Монаков Ю.Б., Дебердеев Р.Я. Физико-химические основы протекания быстрых жидкофазных процессов. М.: Наука, 2008. – 348 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Теоретические основы химической технологии. ISSN 0040-3571
- Theoretical Foundation of Chemical Engineering. ISSN 0040-5795
- Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
- Химическая технология. ISSN 1684-5811
- Химическая промышленность сегодня. ISSN 0023-11 ОХ
- Доклады Академии наук. ISSN 0869-5652
- Журнал физической химии. ISSN 0044-4537
- Известия вузов. Химия и химическая технология. ISSN 0579-2991
- Известия РАН. Серия химическая. ISSN 0002-3353

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 7, (общее число слайдов – 280);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число

вопросов – 75).

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 01.01.2021 г. составляет 1 716 243 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 «Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии» проводятся в форме лекций, практических занятий, и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.
- Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.
- Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

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

- Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.
- Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

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.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.
4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
5. 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.
6. 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).
7. 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. рецензирование.
8. 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.

9. 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.

10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)

http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня

11. 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>

12. 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>

13. 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>

14. 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/>

15. 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>

16. 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.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	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

5.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6.	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
7.	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom 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
10.	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
11.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
12.	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
13.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
14.	Программа обработки	Контракт	1 лицензия для	бессрочная

	экспериментальных данных Chemdraw ultra	№ 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	активации на рабочих станциях	
15.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
16.	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
17.	Instrument Control Toolbox Classroom 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
18.	Image Processing Toolbox Classroom 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
19.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom 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
20.	System Identification Toolbox Classroom 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
21.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
22.	Statistics Toolbox Classroom 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
23.	Global Optimization Toolbox Classroom 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
24.	Partial Differential Equation Classroom 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
25.	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49	Контракт № 143-	25 лицензий для активации на	бессрочная

	Concurrent Licenses (per License)	164ЭА/2010 от 14.12.10	рабочих станциях	
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90- 133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72- 99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 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 обновлённую версию продукта)
34.	Kaspersky Endpoint Security для	Договор №	-	24 месяца

	бизнеса – Стандартный Russian Edition	99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024		(продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41.	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. Типовые процессы и оборудование в технологии неорганических веществ.	<i>Знает:</i> – теоретические основы технологических процессов и современные проблемы технологии неорганических веществ; – классификацию, специфику, материалы, конструкции и способы изготовления современного типового оборудования; – способы повышения эффективности производства (продуктов основной неорганической химии, подготовки и переработки минерального сырья и обезвреживания промышленных выбросов); – общие и технологические принципы осуществления отдельных стадий типовых процессов <i>Умеет:</i> – пользоваться технической литературой и проводить анализ технической документации; – анализировать технические характеристики оборудования и взаимосвязь технологических параметров процесса с их эффективностью и качеством продукции; – осуществлять выбор аппаратного оформления технологических процессов и способы их интенсификации на основе технико-экономического обоснования. <i>Владеет:</i> – методами теоретического и экспериментального исследования эффективности технологических процессов производства неорганических веществ и материалов; – методами сравнительной оценки эффективности технологического оборудования в химической промышленности и смежных отраслях; – приемами и практикой применения пакета прикладных программ для внесения конструктивных решений в типовые аппараты,	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (1 семестр)

	функционирующие на предприятиях, в инжиниринговых компаниях и проектно-исследовательских институтах отрасли.	
Раздел 2. Анализ аппаратного оформления технологических схем и способы повышения эффективности технологических процессов.	<i>Знает:</i> – теоретические основы технологических процессов и современные проблемы технологии неорганических веществ; – классификацию, специфику, материалы, конструкции и способы изготовления типового высокоинтенсивного оборудования; – способы повышения эффективности производства (продуктов основной неорганической химии, подготовки и переработки минерального сырья и обезвреживания промышленных выбросов); – общие и технологические принципы осуществления отдельных стадий типовых высокоинтенсивных процессов. <i>Умеет:</i> – пользоваться технической литературой и проводить анализ технической документации; – анализировать технические характеристики оборудования и взаимосвязь технологических параметров процесса с их эффективностью и качеством продукции; – выполнять технико-экономическое обоснование аппаратного оформления высокоинтенсивных технологических процессов и выбирать способы их интенсификации. <i>Владеет:</i> – методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов; – методами оценки эффективности технологического оборудования в химической промышленности и смежных отраслях; – приемами и практикой применения	Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)

	пакета прикладных программ для внесения конструктивных решений в типовые аппараты, функционирующие на предприятиях, в инжиниринговых компаниях и проектно-исследовательских институтах отрасли.	

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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- 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
«Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической
технологии»
основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства»

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
«Теоретические и экспериментальные методы в химии»**

Направление подготовки 18.04.01. Химическая технология

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для
их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена д.х.н., доц., зав. каф. коллоидной химии Н.Н. Гавриловой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Коллоидной химии «27» июня 2025 г., протокол № 14.

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *Коллоидной химии* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина *«Теоретические и экспериментальные методы в химии»* относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области коллоидной химии и химической технологии неорганических материалов, сорбентов, катализаторов и высокотемпературных материалов.

Цель дисциплины – получение знаний о современных методах исследования, необходимых для данного направления подготовки.

Задачи дисциплины – изучение теоретических и экспериментальных методов в химии, таких как «Определение элементного состава», «Дифракционные методы анализа», «Определение размеров частиц различных дисперсных материалов», «Методы определения удельной поверхности и других характеристик пористой структуры».

Дисциплина *«Теоретические и экспериментальные методы в химии»* преподаётся во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся 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	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	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).
			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.	
		ПК-3 Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и	ПК-3.1 Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов	
			ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов	

		испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты	ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные особенности и характеристики дисперсных систем; основные методы определения элементного состава материалов; экспериментальные методы определения кристаллической структуры вещества; теоретические основы рентгенографии, нейтронографии, электронографии; основные методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава; теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов; теоретические основы адсорбции на пористых материалах; основные уравнения и модели, описывающие адсорбцию на различных материалах; экспериментальные методы определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам.

Уметь:

- определять элементный анализ дисперсных материалов; проводить идентификацию фаз моно и многофазных образцов по данным рентгенофазового анализа; определять параметры кристаллической решетки и размер кристаллитов по данным рентгенофазового анализа; составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа; проводить анализ пористой структуры; проводить расчет удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам по данным адсорбционных измерений.

Владеть:

- методами определения элементного состава; методами определения фазового состава и параметров кристаллической структуры соединения; методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов; экспериментальными методами определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам; теоретическими основами расчетов удельной поверхности и других характеристик пористой структуры из адсорбционных данных.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,944	34	25,5
Лекции	0,472	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,472	17	12,75
Самостоятельная работа	0,055	2	1,5
Контактная самостоятельная работа (<i>AmmK</i>)	0,011	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины			
Вид контроля:			
Экзамен	0,989	35,6	26,7
Контактная работа – промежуточная аттестация			
Подготовка к экзамену.			
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. Зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Основные характеристики дисперсных систем	0,5	0,5	-	-
	Классификация дисперсных систем. Основные характеристики дисперсных материалов и методы их исследования. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии. Современные инструментальные методы исследования как основа технологии материалов с заданными свойствами.	0,5	0,5	-	-
2	Раздел 2. Определение элементного состава материалов	5,5	1,5	4	-
2.1	Определение элементного состава, постановка задачи и выбор метода исследования.	2	-	2	-
2.2	Атомная спектроскопия. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.	0,5	0,5	-	-
2.3	Рентгеновская спектроскопия. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.	0,5	0,5	-	-
2.4	Масс-спектрометрический анализ. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.	0,5	0,5	-	-
2.5	Сравнение различных методов определения элементного состава, их преимущества и недостатки. Особенности пробоподготовки и проведения анализа.	2	-	2	-
3	Раздел 3. Дифракционные методы анализа	8,5	2	6	0,5
3.1	Рентгенография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения метода.	2	1	1	-
3.2	Идентификация фаз в одно и многокомпонентных дисперсных системах. Определение параметров кристаллической решетки и размера кристаллита анализируемого вещества.	2	-	2	-
3.3	Электроннография и нейтронография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения методов.	2	1	1	-
3.4	Идентификация фазового состава по данным электроннографии.	2,5	-	2	0,5
4	Раздел 4. Определение размера и формы частиц	10,5	4	6	0,5

4.1	Дисперсионный анализ. Методы дисперсионного анализа и интервалы их применимости. Ситовой анализ. Седиментационный анализ. Счетчик Коултера. Физико-химические основы, преимущества и ограничения методов. Определение размеров частиц с использованием данных по дифракции и адсорбции.	1	1	-	-
4.2	Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров частиц неправильной формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава.	2	1	1	-
4.3	Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Основы метода. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.	1	-	1	-
4.4	Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа. Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Использование вторичных и отраженных электронов. Методика проведения анализа. Аналитические методы, используемые в электронной микроскопии.	1	-	1	-
4.5	Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Преимущества и ограничения. Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа.	1	-	1	-
4.6	Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям. Цифровое изображение и его обработка. Морфологическое описание. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам.	2,5	-	2	0,5

4.7	Определение размеров частиц методом светорассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода и аппаратное оформление. Преимущества и ограничения методов. Определение размеров частиц методом малоуглового рассеяния. Рассеяние рентгеновских и нейтронных лучей. Основы метода. Преимущества и ограничения.	2	2	-	-
5	Раздел 5. Определение удельной поверхности и других характеристик пористой структуры	11	9	1	1
5.1	Основные характеристики дисперсных и пористых материалов. Классификации пористых структур. Модельные формы пор. Анализ изотерм адсорбции на различных материалах.	2	2	-	-
5.2	Особенности адсорбции на макропористых материалах. Модели и уравнения, используемые для описания адсорбции на макропористых материалах. Экспериментальные методы определения удельной поверхности.	1	1	-	-
5.3	Адсорбция на пористых материалах. Теории капиллярной конденсации и объемного заполнения микропор.	1	1	-	-
5.4	Расчет характеристик мезо- и микропористых материалов. Выбор моделей и уравнений для расчета характеристик пористой структуры материалов. Расчет распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам с использованием различных методов расчета (модельные и безмодельные). Учет толщины адсорбционного слоя при расчете распределения пор по размерам. Расчет характеристик микропор. Определение объема и размера микропор на основании уравнений Дубинина.	3	1	1	1
5.5	Экспериментальные методы исследования пористой структуры веществ. Адсорбционные методы, методы ртутной и эталонной порометрии. Преимущества и недостатки методов.	2	2	-	-
5.6	Сравнительные методы анализа в адсорбции. Определение внешней удельной поверхности и истинного объема микропор.	2	2	-	-
	ИТОГО	36	17	17	2
	АТТК	0,4			
	Экзамен	35,6			
	ИТОГО	72			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные характеристики дисперсных систем

Классификация дисперсных систем. Основные характеристики дисперсных материалов и методы их исследования. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии. Современные инструментальные методы исследования как основа технологии материалов с заданными свойствами.

Раздел 2. Определение элементного состава материалов

2.1 Определение элементного состава, постановка задачи и выбор метода исследования

2.2. Атомная спектроскопия. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.

2.3. Рентгеновская спектроскопия. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.

2.4. Масс-спектрометрический анализ. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.

2.5. Сравнение различных методов определения элементного состава, их преимущества и недостатки. Особенности пробоподготовки и проведения анализа.

Раздел 3. Дифракционные методы анализа

3.1. Рентгенография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения метода.

3.2. Идентификация фаз в одно и многокомпонентных дисперсных системах. Определение параметров кристаллической решетки и размера кристаллита анализируемого вещества.

3.3. Электронография и нейтронография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения методов.

3.4 Идентификация фазового состава по данным электронографии.

Раздел 4. Определение размера и формы частиц

4.1. Дисперсионный анализ. Методы дисперсионного анализа и интервалы их применимости. Ситовой анализ. Седиментационный анализ. Счетчик Коултера. Физико-химические основы, преимущества и ограничения методов. Определение размеров частиц с использованием данных по дифракции и адсорбции.

4.2. Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров частиц неправильной формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава.

4.3. Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Основы метода. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.

4.4. Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа. Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Использование вторичных и отраженных электронов. Методика проведения анализа. Аналитические методы, используемые в электронной микроскопии.

4.5. Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Преимущества и ограничения. Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа.

4.6. Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям. Цифровое изображение и его обработка. Морфологическое описание. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам.

4.7. Определение размеров частиц методом светорассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода и аппаратное оформление. Преимущества и ограничения методов.

Определение размеров частиц методом малоуглового рассеяния. Рассеяние рентгеновских и нейтронных лучей. Основы метода. Преимущества и ограничения.

Раздел 5. Определение удельной поверхности и других характеристик пористой структуры

5.1. Основные характеристики дисперсных и пористых материалов. Классификации пористых структур. Модельные формы пор. Анализ изотерм адсорбции на различных материалах.

5.2. Особенности адсорбции на макропористых материалах. Модели и уравнения, используемые для описания адсорбции на макропористых материалах. Экспериментальные методы определения удельной поверхности.

5.3. Адсорбция на пористых материалах. Теории капиллярной конденсации и объемного заполнения микропор.

5.4. Расчет характеристик мезо- и микропористых материалов. Выбор моделей и уравнений для расчета характеристик пористой структуры материалов. Расчет распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам с использованием различных методов расчета (модельные и безмодельные). Учет толщины адсорбционного слоя при расчете распределения пор по размерам. Расчет характеристик микропор. Определение объема и размера микропор на основании уравнений Дубинина.

5.5. Экспериментальные методы исследования пористой структуры веществ. Адсорбционные методы, методы ртутной и эталонной порометрии. Преимущества и недостатки методов.

5.6. Сравнительные методы анализа в адсорбции. Определение внешней удельной поверхности и истинного объема микропор.

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 особенности и характеристики дисперсных материалов;	+				
2	- основные методы определения элементного состава материалов;		+			
3	- экспериментальные методы определения кристаллической структуры вещества; теоретические основы рентгенографии, нейтронографии, электронографии;			+		
4	- основные методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава; теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов;				+	
5	- теоретические основы адсорбции на пористых материалах; основные уравнения и модели, описывающие адсорбцию на различных материалах; экспериментальные методы определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам.					+
	Уметь:					
6	- осуществлять постановку задачи научного исследования, планирование и проведение экспериментальных исследований;	+	+	+	+	+
7	- определять элементный анализ материалов;		+			
8	- проводить идентификацию фаз моно и многофазных образцов по данным рентгенофазового анализа; определять параметры кристаллической решетки и размер кристаллитов по данным рентгенофазового анализа;			+		
9	- составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа;				+	
10	- проводить анализ пористой структуры; проводить расчет удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам по данным адсорбционных измерений;					+
11	проводить анализ научно-технической литературы	+	+	+	+	+
	Владеть:					
12	– теоретическими и экспериментальными методами исследования в химии;	+				
13	– методами определения элементного состава;		+			

14	– методами определения фазового состава и параметров кристаллической структуры соединения; методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов;			+		
15	– экспериментальными методами определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам; теоретическими основами расчетов удельной поверхности и других характеристик пористой структуры из адсорбционных данных;				+	
16	– планированием и проведением научных исследований; способами поиска и анализа научно-технической литературы.	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)				
17	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	+	+	+	+
		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.	+	+	+	+
18	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	+	+	+	+
		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	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 24-акад. ч. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 2	Определение элементного состава, постановка задачи и выбор метода исследования	2
2	Раздел 2	Сравнение различных методов определения элементного состава, их преимущества и недостатки. Особенности пробоподготовки и проведения анализа	2
3	Раздел 3	Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ. Идентификация фаз в одно- и многокомпонентных системах. Определение параметров кристаллической решетки анализируемого вещества и размеров кристаллитов	1
4	Раздел 3	Рентгенография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения метода.	2
5	Раздел 3	Электроннография и нейтронография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения методов.	1
4	Раздел 3	Идентификация фазового состава по данным электроннографии	2
5	Раздел 4	Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров частиц неправильной формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава	1
6	Раздел 4	Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям. Цифровое изображение и его обработка. Морфологическое описание. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам	1
	Раздел 4	Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.	1
	Раздел 4	Методика проведения анализа. Аналитические методы, используемые в электронной микроскопии.	1
	Раздел 4	Методика проведения анализа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа.	2
	Раздел 4	Определение размеров частиц методом светорассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода и аппаратное оформление. Преимущества и ограничения методов.	1

		Определение размеров частиц методом малоуглового рассеяния. Рассеяние рентгеновских и нейтронных лучей. Основы метода. Преимущества и ограничения.	
7	Раздел 5	Основные характеристики дисперсных и пористых материалов. Классификации пористых структур. Модельные формы пор. Анализ изотерм адсорбции на различных материалах	2
8	Раздел 5	Расчет характеристик мезо- и микропористых материалов. Выбор моделей и уравнений для расчета характеристик пористой структуры материалов. Расчет распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам с использованием различных методов расчета (модельные и безмодельные). Учет толщины адсорбционного слоя при расчете распределения пор по размерам. Расчет характеристик микропор. Определение объема и размера микропор на основании уравнений Дубинин	2
9	Раздел 5	Сравнительные методы анализа в адсорбции. Определение внешней удельной поверхности и истинного объема микропор	1

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Теоретические и экспериментальные методы в химии» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы в химии» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 2 ч во 2 семестре плюс 36 ч (подготовка к экзамену). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- выполнение домашних работ;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционной дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена 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 20 баллов), домашних работ (максимальная оценка 40 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по разделам 2 и 3). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет по 10 баллов за каждую. 40 баллов отводятся на домашние работы.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. (Разделы 2 и 3). Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 теоретических вопроса. (вопросы 1 и 2 оцениваются в 2 балла, вопрос 3 – в 6 баллов).

Раздел 2. Определение элементного состава

1. Перечислите методы, относящиеся к оптической спектроскопии. Укажите диапазон длин волн электромагнитного излучения, относящийся к данной группе методов.
2. Перечислите методы, относящиеся к рентгеновской спектроскопии. Укажите диапазон длин волн электромагнитного излучения, относящийся к рентгеновскому излучению.
3. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
4. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
5. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
6. Рентгеновская спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
7. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Основы метода. Возможности и недостатки метода.
8. Оже-спектроскопия. Основы метода. Возможности и недостатки метода.
9. Масс-спектрометрический анализ элементного состава. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
10. Перечислите возможные способы перевода пробы в атомарный пар.
11. Перечислите возможные источники возбуждения в атомно-эмиссионной спектроскопии.
12. Перечислите какие газовые смеси используются для получения пламени в атомно-абсорбционной спектроскопии.
13. Перечислите способы ионизации (перевода атомов в заряженное состояние) жидких и твердых образцов для проведения масс-спектрометрического анализа.
14. Перечислите возможные источники света, используемого в атомно-эмиссионной спектроскопии.
15. Какие материалы используются для изготовления элементов (кюветы линзы, окна и пр.) спектральных приборов в УФ, видимой и ИК-областях?

Раздел 3. Дифракционные методы анализа

1. Перечислите методы проведения дифракционного анализа. Укажите диапазон длин волн электромагнитного излучения, относящийся к рентгеновскому диапазону.
2. Рентгенография. Основы метода. Блок-схема с указанием назначения основных узлов дифрактометра. Возможности и недостатки метода.
3. Электронография. Основы метода. Блок-схема с указанием назначения основных узлов. Возможности и недостатки метода.
4. Нейтронография. Основы метода. Блок-схема с указанием назначения основных узлов. Возможности и недостатки метода.
5. Перечислите основное назначение рентгеноструктурного и рентгенофазового анализов. Укажите какие параметры кристаллической структуры они позволяют определить.
6. Перечислите методы получения дифракционного эффекта в рентгенографии. Укажите для каких материалов они применимы.
7. От каких условий зависит точность снятия рентгенограммы?
8. Какая информация содержится в файле PDF (Powder Diffraction File)?
9. Какой элемент рентгеновской трубки определяет длину волны рентгеновского излучения?
10. Какой элемент рентгеновской трубки является источником электронов?
11. Какого назначения фильтра (фольги из металла) в рентгеновских трубках?
12. Каково назначение коллиматора в рентгеновских дифрактометрах?
13. По какому принципу подбирается материал фильтра в рентгеновских трубках?
14. Каким образом может быть рассчитано межплоскостное расстояние по данным дифракции рентгеновских лучей? В ответе приведите уравнение.
15. Каким образом может быть рассчитано межплоскостное расстояние по данным дифракции электронов? В ответе приведите уравнение.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. (Раздел 4). Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 теоретических вопроса. (вопросы 1 и 2 оцениваются в 2 балла, вопрос 3 – в 6 баллов).

Раздел 4. Определение размера и формы частиц

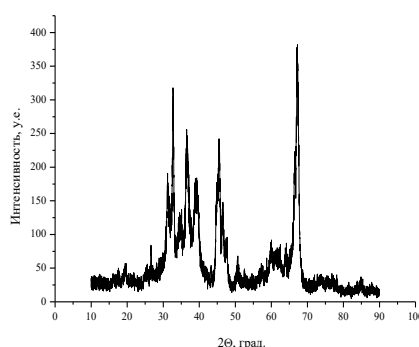
1. Перечислите методы определения размеров частиц, лежащих в диапазоне от 1 до 100 мкм.
2. Перечислите методы определения размеров частиц, лежащих в диапазоне от 1 до 100 нм.
3. Перечислите методы определения размеров частиц, лежащих в диапазоне от 1 до 10 нм.
4. Перечислите методы определения размеров частиц, позволяющие определить массовое распределение частиц по размерам.
6. Перечислите методы определения размеров частиц, позволяющие определить численное распределение частиц по размерам.
7. Перечислите методы определения размеров частиц, позволяющие определить поверхностное распределение частиц по размерам.
8. Оптическая микроскопия. Основы метода. Схема оптического микроскопа с указанием назначения основных узлов прибора. Возможности и недостатки метода.
9. Сканирующая электронная микроскопия. Основы метода. Схематичное изображение микроскопа. Возможности и недостатки метода.
10. Счетчик Коултера. Основы метода. Схема прибора. Возможности и недостатки метода.
11. Просвечивающая электронная микроскопия. Основы метода. Схематичное изображение микроскопа. Возможности и недостатки метода.
12. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода. Схема спектрометра с указанием назначения основных узлов прибора. Возможности и недостатки метода.
13. Приведите назначение дисперсионного анализа. Какие параметры он позволяет определить?

14. Что собой представляет величина гидродинамического радиуса, определяемого методом ФКС?
15. Какие параметры используются для характеристики размеров частиц? В каких случаях они используются?
16. Что собой представляет морфологическое описание, какие параметры должны быть в нем указаны?
17. Чем определяется разрешающая способность оптического микроскопа? Каким образом ее можно улучшить?
18. Какие образцы можно исследовать методом ФКС? Каковы особенности пробоподготовки?
19. Какие образцы можно исследовать с помощью оптической микроскопии? Каковы особенности пробоподготовки?
20. Какие образцы можно исследовать с помощью СЭМ? Каковы особенности пробоподготовки?

Домашнее задание №1 (Раздел 3)

Домашнее задание содержит 2 задачи. Задание оценивается в 8 баллов (по 4 баллов каждая задача).

1. Проведите идентификацию фазового состава оксидов алюминия по представленной рентгенограмме.



2. Результаты идентификации представьте в виде таблицы:

Исследуемый образец			Соединение [№ карточки]		Соединение [№ карточки]		Соединение [№ карточки]	
2Θ, град	I, у.е.	I, %	2Θ, град	I, %	2Θ, град	I, %	2Θ, град	I, %

В ответе укажите: формулу соединения, сингонию, параметры кристаллической решетки.

3. Рассчитайте размер кристаллитов (в нм) полученного соединения по уширению дифракционной линии ($2\Theta = 67^\circ$), используя уравнение Селякова-Шеррера. В расчетах примите длину волны излучения λ , равной 0,154 нм, а значение полной ширины на полувысоте для эталонного образца – 0,0044 рад.

Домашнее задание №2 (Раздел 4)

Домашнее задание содержит 4 задачи. Задание оценивается в 12 баллов (по 3 балла

каждая задача).

1. Составить морфологическое описание частиц, изображение которых представлено на микрофотографии.
2. Измерить размеры частиц, рассчитать необходимые данные, построить дифференциальные кривые численного, поверхностного и массового распределения частиц по размерам. Параметр, который будет характеризовать размер частиц – диаметр Фере.
3. Рассчитать степень полидисперсности исследуемого образца.
4. Численно охарактеризовать форму частиц, выбрав соответствующий параметр, на примере нескольких частиц (3-5 шт.).

В ответе указать: морфологическое описание, форму частиц, преобладающие размеры.

Домашнее задание №3 (Раздел 5)

Домашнее задание содержит 5 задач. Задание оценивается в 20 баллов (1 задача – 3 балла, 2 задача – 8 баллов, 3 задача – 3 балла, 4 задача – 2 балла, 5 задача – 4 балла).

1. По экспериментально полученным данным адсорбции азота при 77К на образце активированного угля постройте изотерму адсорбции. Проведите ее анализ. Рассчитайте удельную поверхность методом БЭТ. Сделайте вывод о пористой структуре исследуемого образца.
2. Рассчитайте и постройте интегральные и дифференциальные кривые распределения объема и поверхности мезопор по размерам, используя метод Пирса. Определите общий объем и поверхность мезопор. Молярный объем азота примите равным $34,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$, поверхностное натяжение $\sigma = 8,72 \text{ мДж/м}^2$. Для расчета зависимости $t=f(P/P_s)$ используйте уравнение Гаркинса – Юра.
3. По тем же экспериментальным данным рассчитайте удельную поверхность мезопор безмодельным методом Киселева. Сопоставьте с результатами задания 2.
4. Определите параметры уравнения Дубинина-Астахова, используя данные в интервале давлений, отвечающих заполнению микропор. Рассчитайте объем микропор.
5. Определите удельный объем микропор и внешнюю удельную поверхность образца с использованием t-метода де-Бура. Для расчета зависимости $t=f(P/P_s)$ используйте уравнение Гаркинса – Юра. Сопоставьте объем микропор с результатами, полученными в пункте 4.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен)

Максимальное количество баллов за **экзамен** – 40 баллов.. Экзаменационный билет содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 5 баллов, вопрос 4 – 5 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен). Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов

1. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Какие источники теплового излучения используются и как это влияет на определяемые элементы. Возможности и недостатки метода.
2. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Какие виды атомизаторов и источников излучения используются в методе. Возможности и недостатки метода.
3. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Возможности и недостатки метода.
4. Рентгеновская спектроскопия (РЭС, РАС, РФС). Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Принципы работы анализаторов. Возможности и недостатки метода.
5. Рентгенофотоэлектронная спектроскопия. Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Возможности и недостатки метода.

6. Оже-электронная спектроскопия. Основы метода. Схематичное изображение прибора. Возможности и недостатки метода.
7. Масс-спектрометрический анализ элементного состава. Основы метода. Аппаратурное оформление. Перечислите способы ионизации проб в различном агрегатном состоянии. Возможности и недостатки метода.
8. Масс-спектрометрический анализ элементного состава. Основы метода. Аппаратурное оформление. Перечислите виды масс-анализаторов и кратко опишите принцип их действия. Возможности и недостатки метода.
9. Рентгенография. Блок-схема рентгеновского дифрактометра (укажите назначение основных узлов дифрактометра). Возможности и недостатки метода.
10. Электронография. Основы метода. Укажите основные особенности электронов. Схематичное изображение прибора. Вид дифракционных картин для различных материалов. Преимущества и недостатки метода.
11. Нейтронография. Основы метода. Укажите характерные особенности нейтронов. В чем заключается отличие дифракционной картины. Схематичное изображение прибора. Преимущества и недостатки метода.
12. Оптическая микроскопия. Основы метода. Схема оптического микроскопа с указанием назначения основных узлов прибора. Возможности и недостатки метода.
13. Сканирующая электронная микроскопия. Основы метода. Схематичное изображение микроскопа. Возможности и недостатки метода.
14. Просвечивающая электронная микроскопия. Основы метода. Схематичное изображение микроскопа. Возможности и недостатки метода.
15. Сканирующая туннельная микроскопия. Основы метода. Режимы работы микроскопа. Возможности и недостатки метода.
16. Атомно-силовая микроскопия. Основы метода. Режимы работы микроскопа. Возможности и недостатки метода.
17. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода. Схема спектрометра с указанием назначения основных узлов прибора. Возможности и недостатки метода.
18. Волюмометрический метод измерения адсорбции. Принцип действия, схема основного узла анализатора, уравнения для расчетов. Преимущества и недостатки метода.
19. Гравиметрический метод измерения адсорбции. Принцип действия, схема основного узла анализатора, уравнения для расчетов. Преимущества и недостатки метода.
20. Метод ртутной порометрии. Основы метода, уравнения для расчетов. Виды порозиметров и их назначение. Преимущества и недостатки метода.
21. Метод эталонной порометрии. Основы метода, уравнения для расчетов. Требования к эталонам. Преимущества и недостатки метода.
22. Приведите уравнение для расчета величины линейного разрешения оптического микроскопа. Каким способом можно изменить этот параметр?
23. Приведите составы газовых смесей, используемых в пламенных атомизаторах? По какому принципу составляются такие смеси?
24. Приведите уравнение Вульфа-Брэгга. Какие параметры входят в это уравнение?
25. Приведите особенности пробоподготовки образцов для их исследования методом просвечивающей электронной микроскопии.

26. Приведите особенности пробоподготовки образцов для их исследования методом сканирующей электронной микроскопии.
27. Приведите особенности пробоподготовки образцов для их исследования методом фотон-корреляционной спектроскопии.
28. С использованием каких уравнений можно рассчитать удельную поверхность материала на основе адсорбционных данных?
29. Приведите изотерму адсорбции в конической поре. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
30. Приведите изотерму адсорбции в цилиндрической закрытой поре. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
31. Приведите изотерму адсорбции в цилиндрической открытой. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
32. Приведите изотерму адсорбции в щелевидной поре. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
33. Приведите изотерму адсорбции в бутылкообразной поре. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
34. Приведите классификацию пористых материалов по Дубинину. Укажите, какие адсорбционные уравнения/теории можно использовать для описания различных видов пор?
35. Приведите классификацию изотерм адсорбции по Брунауэру. В ответе укажите для каких материалов/типов взаимодействий характерен каждый вид изотермы.
36. Приведите классификацию петель гистерезиса по Де Буру. Для какого типа пористых материалов характерен каждый вид изотерм?
37. Метод молекулярных щупов. Особенности проведения эксперимента и назначение метода.
38. Метод преадаптации. Особенности проведения эксперимента и назначение метода.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (2 семестр).

Экзамен по дисциплине «Теоретические и экспериментальные методы в химии» проводится в 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 2 - 5 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к

указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов (1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 5 баллов, вопрос 4 – 5 баллов).

Пример билета для *экзамена*:

«Утверждаю» Зав. каф. коллоидной химии _____ Н.Н. Гаврилова «__» _____ 20__ г	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
	Кафедра Коллоидной химии
	18.04.01 Химическая технология
	Теоретические и экспериментальные методы в химии
Билет № 1 1. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода. 2. Оптическая микроскопия. Основы метода. Схема оптического микроскопа с указанием назначения основных узлов прибора. Чем определяется разрешающая способность оптического микроскопа? Каким образом ее можно улучшить? 3. Перечислите основное назначение рентгеноструктурного и рентгенофазового анализов. Укажите какие параметры кристаллической структуры они позволяют определить. 4. Приведите модельные формы пор и изотермы адсорбции в них. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам?	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Кларк, Э. Р. Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхард. — Москва : Техносфера, 2007. — 376 с. — ISBN 978-5-94836-121-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
2. Гаврилова Н.Н., Назаров. Анализ пористой структуры материалов на основе адсорбционных данных. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022, 152 с.
3. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. - М.: Академкнига, 2006, 309 с.

Б. Дополнительная литература

1. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: учебное пособие / В. А. Винарский и др. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013, 142 с.
2. Власов А.С. Лабораторный практикум по микроскопическим и рентгеновским исследованиям керамики: учеб. пособие/ А.С. Власов, Н.А. Макаров. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004, 80 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

1. Коллоидный журнал ISSN 0023-2912
2. Журнал физической химии ISSN 0044-4537
3. Стекло и керамика ISSN 0131-9582
4. Physical Chemistry Chemical Physics ISSN 1463-9076
5. Journal of Colloids and Interface Science ISSN 0021-9797
6. Microporous and Mesoporous Materials ISSN 1387-1811
7. Journal of Physical Chemistry ISSN 0022-3654
8. Adsorption ISSN 0929-5607
9. Langmuir ISSN 0743-7463

№	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 г. Ссылка на сайт- 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 г. Ссылка на сайт- https://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 от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	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	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 г. 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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co
		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 - 2034 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 Collectionsъ 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 ю	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 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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	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.

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	
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.	Books – 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	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. г. № 1080 Бессрочно	Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности. Глубина доступа: 2023-2025

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

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины *(При необходимости)*

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9 шт, (общее число слайдов – 136);
- иллюстративный материал.

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения 23.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 23.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 23.04.2019).
- Электронно-образовательная среда <http://eios.muctr.ru>
- Платформа для обучения <http://zoom.ru>

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 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 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 *«Теоретические и экспериментальные методы в химии»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных 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 выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного материала; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками оборудования для проведения исследований свойств материалов.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционной дисциплины; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками оборудования для проведения исследований.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционной дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные характеристики дисперсных систем	<i>Знает:</i> основные особенности и характеристики дисперсных материалов. <i>Умеет:</i> осуществлять постановку задачи научного исследования, планирование и проведение экспериментальных исследований. <i>Владеет:</i> - теоретическими и экспериментальными методами исследования в химии; способами поиска и анализа научно-технической литературы. —	Оценка за экзамен
Раздел 2. Определение элементного состава	<i>Знает:</i> основные методы определения элементного состава материалов. <i>Умеет:</i> определять элементный анализ дисперсных материалов, проводить анализ научно-технической литературы. <i>Владеет:</i> методами определения элементного состава; способами поиска и анализа научно-технической литературы. —	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за экзамен
Раздел 3. Дифракционные методы исследования структуры и состава материалов	<i>Знает:</i> экспериментальные методы определения кристаллической структуры вещества; теоретические основы рентгенографии, нейтронографии, электронографии. <i>Умеет:</i> проводит идентификацию фаз моно и многофазных образцов по данным рентгенофазового анализа; определять параметры кристаллической решетки и размер кристаллитов по данным рентгенофазового анализа, проводить анализ научно-технической литературы. — <i>Владеет:</i> методами определения фазового состава и параметров кристаллической структуры соединения; способами поиска и анализа научно-технической литературы.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за домашнюю работу №1 Оценка за экзамен

Раздел 4. Определение удельной поверхности и других характеристик пористой структуры	<i>Знает:</i> методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава; теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов. <i>Умеет:</i> составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа, проводить анализ научно-технической литературы. – <i>Владеет:</i> методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов; способами поиска и анализа научно-технической литературы.	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за домашнюю работу №2 Оценка за экзамен
Раздел 5. Определение удельной поверхности и других характеристик пористой структуры	<i>Знает:</i> теоретические основы адсорбции на пористых материалах; основные уравнения и модели, описывающие адсорбцию на различных материалах; экспериментальные методы определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам. <i>Умеет:</i> проводить анализ пористой структуры; проводить расчет удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам по данным адсорбционных измерений; проводить анализ научно-технической литературы, проводить анализ научно-технической литературы. <i>Владеет:</i> экспериментальными методами определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам; теоретическими основами расчетов удельной поверхности и других характеристик пористой структуры из адсорбционных данных; планированием и проведением научных исследований; способами поиска и анализа научно-технической литературы.	Оценка за домашнюю работу №3 Оценка за экзамен

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
«Теоретические и экспериментальные методы в химии»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
«Химическая неорганических веществ, сорбентов, катализаторов для их
производства»

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 основного неорганического синтеза»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для
их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена к.т.н., доцентом кафедры ТНВ и ЭП Н.В. Нефедовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов
«28 » апреля 2025 г., протокол №5.

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестра.

Дисциплина **«Технология основного неорганического синтеза»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана (Б1.В.06) и рассчитана на изучение дисциплины во 2-ом семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии по профилю «Технология неорганических веществ».

Цель дисциплины – приобретение магистрантами знаний, умений, владений и формирование компетенций в области технологии основного неорганического синтеза, обучающимися по профилю технологии неорганических веществ в химико-технологических вузах и использование их результатов в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины :

- формирование у магистрантов представления о структуре сырьевой базы;
- получение продуктов неорганического синтеза;
- основные направления их использования;
- ознакомление с физико-химическими основами и технологиями процессов получения неорганических веществ;
- перспективы развития неорганических технологий.

Дисциплина **«Технология основного неорганического синтеза»** 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:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода,	УК-1.1 Знает методы анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода; УК-1.2 Умеет осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; УК-1.3 Умеет определять в рамках выбранного

	вырабатывать стратегию действия.	алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке; УК-1.4 Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов, предвидя результат каждого из них; УК-1.5 Владеет способами решения поставленных задач, оценивания их достоинств и недостатков.

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Научные исследования и разработки	ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.	ОПК-1.1 Знает методологические основы научного знания; ОПК-1.2. Знает теоретические и эмпирические методы исследования; ОПК-1.3. Знает методологию диссертационного исследования и подготовки выпускной квалификационной работы; ОПК-1.4. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач; ОПК-1.5 Умеет формулировать и представлять результаты научного исследования; ОПК-1.6 Владеет методами научного исследования; ОПК-1.7 Владеет приемами формулирования основных компонентов научного исследования и изложения научного труда (выпускной квалификационной работы).

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 химического и химико-технологического производства).	ПК -4 Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау	ПК-4.1. Знает физико-химические основы получения и использования химических веществ и функциональных материалов	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).
			ПК-4.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования химических веществ и функциональных материалов	
			ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения химических веществ и функциональных материалов	
		ПК-5	ПК-5.1. Знает исследовательское и технологическое оборудование и правила его эксплуатации	

			ПК-5.2. Умеет подбирать т оптимизировать условия получения и использования химических веществ и функциональных материалов	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

знать:

- научные основы технологии основного неорганического синтеза;
- теоретические основы получения неорганических веществ;
- механизмы основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности;
- основные типы и конструкции реакторов для проведения неорганических реакций;
- технологию и общие принципы осуществления химических процессов основного неорганического синтеза;
- различные способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов производства неорганического веществ;

уметь:

- формулировать задачи научных исследований на основе теоретического анализа и экспериментальных данных;
- использовать методы исследования и определения параметров процессов основного неорганического синтеза;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;
- анализировать и обобщать опыт отечественных и зарубежных фирм в области основного неорганического синтеза ;
- анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты материального и энергетического балансов;

владеть:

- современными методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;
- современными методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;
- методами математического моделирования технологических процессов и использовать их для проектирования технологических аппаратов по экспериментальным данным;
- методами построения и оптимизации технологических схем;
- методами анализа и техноэкономической оптимизации технологических схем.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38,25
Лекции	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)			
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)			

Лабораторные работы (ЛР)			
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)			
Самостоятельная работа	2,58	92,6	69,45
Контактная самостоятельная работа (<i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i>)		0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (<i>или другие виды самостоятельной работы</i>)			
Вид контроля:			
Экзамен (<i>если предусмотрен УП</i>)			
Контактная работа – промежуточная аттестация			
Подготовка к экзамену.			
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. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
	Введение. История и истоки технологии основного неорганического синтеза	1		1						
1	Раздел 1. Физико-химические основы современных неорганических технологий и синтез основных неорганических продуктов	82		20		10				52
1.1	Процессы разделения воздуха, природного и коксового газа криогенным методом	28		6		3				19
1.2	Синтез неорганических веществ на базе газообразного сырья	28		6		3				19
1.3	Тенденции повышения эффективности аммиачных производств. Особенности агрегатов третьего поколения при получении аммиака.	26		8		4				14
2.	Раздел 2. Научные основы перспективных технологий. Решение экологических проблем	51		7		4				40

2.1	Перспективные методы получения технологических газов и классификация основных процессов химической технологии	13		2		1				9
2.2	Основные стратегии модернизации аммиачных производств (радикальная и точечная) с целью повышения технического ранга российских агрегатов в мировой классификации	19		2		2				15
2.3	Современные тенденции развития производства серной и азотной кислот в России и за рубежом.	20		3		1				16
3.	Раздел 3. Энергосберегающие технологические схемы. Аппаратурное оформление современных технологий .	56		6		3				49
3.1	<u>Эксергетический анализ и его основные элементы</u>	17		2		1				19
3.2	<u>Термодинамика конверсии природного газа углерода водяным паром и кислородом</u>	18		2		1				19
3.3	<u>Термодинамическая эффективность интенсификации процессов ТНВ</u>	11		2		1				8
	ИТОГО	180		34		17				129
	Экзамен (если предусмотрен УП)	УП								
	ИТОГО	180								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Исторические корни неорганической технологии. Основные продукты технологии основного неорганического синтеза – чистые газы, газовые смеси заданного состава (синтез-газы), продукты на основе синтез-газов. Их значение для экономики и области применения. Сущность промышленного гетерогенного катализа и его роль в создании новых технологий.

Раздел 1. Физико-химические основы современных неорганических технологий и синтез основных неорганических продуктов

1.1. Процессы разделения воздуха, природного и коксового газа криогенным методом с целью получения кислорода, азота, редких газов, водорода и азотоводородной смеси. Синтез неорганических веществ на базе газообразного сырья: азота, кислорода, метана, монооксида углерода, водорода и других газов. Термодинамические основы получения умеренного и глубокого холода. Глубокое охлаждение – самая молодая отрасль холодильной техники.

Физико-химические основы каталитических, адсорбционных, абсорбционных и мембранных методов очистки и разделения газов.

Влияние технологических параметров на эффективность очистки и разделения.

1.2. Неорганические синтезы на основе газового сырья

Тенденции повышения эффективности аммиачных производств. Особенности агрегатов третьего поколения при получении аммиака. Направление технологии катализаторов аммиачного производства.

Общность технологии аммиака и метанола. Физико-химические основы синтеза метанола. Катализаторы синтеза, их свойства и методы получения. Системы синтеза метанола. Получение изобутилового спирта. Процесс производства метанола и спиртов $C_2 - C_4$ на основе природного газа. Окислительный пиролиз метана.

1.3. Модернизация технологии азотной кислоты. Физико-химические основы процессов, применяемых в производстве азотной кислоты. Новые технологические решения для совершенствования производства азотной кислоты.

Технология серной кислоты. Получение серной кислоты методом двойного контактирования и двойной абсорбции (ДК-ДА). Принципы организации технологии и пути интенсификации сернокислотного производства.

Производство карбида и цианамида кальция, физико-химические основы и технологическое оформление процессов.

Раздел 2. Научные основы перспективных технологий. Решение экологических проблем.

2.1. Перспективные методы получения технологических газов и классификация основных процессов химической технологии. Альтернативные методы разделения воздуха, области использования получаемых газов. Связь развития криогенной технологии с прогрессом новых отраслей промышленности, широкое использование продуктов разделения воздуха, природного газа и различных газовых смесей в химической, металлургической и других отраслях промышленности. Использование температур жидкого водорода (20,4 К) и жидкого гелия (4,2К) в высокотехнологичных отраслях промышленности.

2.2. Основные стратегии модернизации аммиачных производств (радикальная и точечная) с целью повышения технического ранга российских агрегатов в мировой классификации. Разработка концепции нового аммиачного агрегата. Система «Тандем». Разрабатываемые технологии и закладка принципов минимизации вредных выбросов. Принципы экологической толерантности технологических установок.

2.3. Совершенствование производства азотной кислоты: катализаторные сетки для окисления аммиака; двухступенчатая система окисления аммиака; физико-химические основы и сравнительная характеристика очистки выхлопных газов от оксидов азота; гетерогенное окисление молекулярного азота нитрозных газов.

Современные тенденции развития производства серной кислоты в России и за рубежом. Усовершенствованные схемы переработки пирита – разработки НИУИФ, фирмы Monsanto (США). Мокрый катализ ДКДА. Волокнистые фильтры и электрофильтры для снижения вредных выбросов в атмосферу.

Проблемы загрязнения окружающей среды в производстве неорганических веществ и пути их решения.

Раздел 3. Энергосберегающие технологические схемы. Аппаратурное оформление современных технологий .

3.1. Эксергетический анализ и его основные элементы. Степень термодинамического совершенства химико-технологических процессов. Расчет эксергии. Изменение эксергии в химико-технологических процессах. Эксергетический коэффициент полезного действия. Потери эксергии.

3.2 Термодинамика конверсии природного газа углерода водяным паром и кислородом

Равновесие конверсии метана. Термодинамический анализ различных способов конверсии. Конверсия в трубчатых печах и шахтных реакторах. Типы трубчатых печей и шахтных реакторов. Компрессоры, адсорберы и другое оборудование блоков риформинга.

Термодинамические основы синтеза аммиака. Анализ эффективности промышленных схем производства синтетического аммиака. Оптимальный расход сырья и топлива в энерготехнологических схемах. Перспективы развития энерготехнологии в производстве аммиака. Аппаратурное оформление процесса в современных схемах.

3.3. Термодинамическая эффективность интенсификации процессов ТНВ. Методы снижения термодинамической необратимости химико-технологических процессов и экономии энергетических и материальных ресурсов при их проведении.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	▪ научные основы технологии основного неорганического синтеза;	+	+	+
2	▪ теоретические основы получения неорганических веществ;	+	+	+
3	▪ механизмы основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности;	+	+	
4	▪ основные типы и конструкции реакторов для проведения неорганических реакций;	+	+	
5	▪ технологию и общие принципы осуществления химических процессов основного неорганического синтеза;	+	+	+
	Уметь:			
6	▪ формулировать задачи научных исследований на основе теоретического анализа и экспериментальных данных;	+	+	+
7	▪ использовать методы исследования и определения параметров процессов основного неорганического синтеза;	+	+	
8	▪ анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;	+	+	
9	▪ анализировать и обобщать опыт отечественных и зарубежных фирм в области основного неорганического синтеза ;	+	+	+
10	▪ анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты материального и энергетического балансов;	+	+	+
11	▪ формулировать задачи научных исследований на основе теоретического анализа и экспериментальных данных;	+	+	
	Владеть:			
12	▪ современными методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;	+	+	+

13	▪ современными методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;	+	+	+	
14	▪ методами математического моделирования технологических процессов и использовать их для проектирования технологических аппаратов по экспериментальным данным;	+	+	+	
15	▪ методами построения и оптимизации технологических схем;	+	+	+	
16	▪ методами анализа и техноэкономической оптимизации технологических схем.	+	+	+	
17	▪ современными методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование ПК <i>(перечень из п.2)</i>	Код и наименование индикатора достижения ПК <i>(перечень из п.2)</i>			
18	– ПК-4	– ПК-4.1	+	+	+
	–	– ПК-4.2	+	+	+
	–	– ПК-4.3	+	+	+
19	– ПК-5	– ПК-5.1	+	+	+
	–	– ПК-5.2	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Учебным планом подготовки магистров по направлению 18.04.01 предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине **«Технология основного неорганического синтеза»** в объеме 17 часов. Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных магистрантом на лекционных занятиях, формирование понимания связей между теоретическими положениями химической технологии и методологией решения практических задач по тематике лекций, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	1. Основные физико-химические свойства исходного сырья	3
2	1	2. Структура производства и потребления продуктов основного неорганического синтеза	3
3	1	3. Особенности хранения и транспортировки исходного сырья и продуктов его переработки	4
4	2	4. Расчет криогенных процессов разделения газов 5. Расчет равновесных составов газовых смесей 6. Физико-химические основы конверсии природного газа водяным паром и кислородом 7. Расчет составов конвертированного газа 8. Составы и свойства катализаторов двухстадийной конверсии метана 9. Составы и свойства катализаторов двухстадийной конверсии конверсии оксида углерода 10. Расчет и анализ материальных и тепловых балансов технологической схемы синтеза аммиака 11. Термодинамический анализ разделение газовых смесей адсорбционным методом 12. Методы определения производительности реакционных аппаратов	4
5	3	13. Расчет установок осушки воздуха 14. Расчет установок очистки природного газа от сернистых соединений 15. Расчет установок очистки отходящих газов от кислых компонентов 16. Расчет установок очистки технологических и отходящих газов от диоксида углерода 17. Расчет установок очистки сточных вод гальванических производств	3

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Технология основного неорганического синтеза*» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (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 3 контрольных работ (максимальная оценка 15 баллов за каждую), подготовки и защиты реферата (максимальная оценка 15 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка _40_ баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Разделение воздуха адсорбционным методом с получением кислорода.
2. Разделение воздуха адсорбционным методом с получением азота.
3. Применение низкотемпературных процессов в неорганической технологии.
4. Адсорбционные процессы очистки и осушки газовых смесей.
5. Абсорбционные процессы очистки газовых смесей.
6. Мембранное разделения газов.
7. Каталитические процессы очистки газовых смесей.
8. Современные катализаторы синтеза аммиака (составы, методы получения).
9. Современные агрегаты по производству разбавленной азотной кислоты.
10. Методы синтеза карбамида.
11. Экологические проблемы неорганической технологии.
12. Методы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.
13. Очистка газовых выбросов технологии серной кислоты.
14. Очистка газов от оксидов азота в производстве азотной кислоты.

15. Методы снижения термодинамической необратимости химико-технологических процессов в ТНВ.
16. Эксергетический анализ и его основные элементы.
17. Эксергетический анализ производства аммиака мощностью 1540 т NH_3 /сутки.
18. Основные стратегии модернизации производств в технологии неорганических веществ.
19. Интеграция и диверсификация в аммиачном производстве.
20. Принципы экологической толерантности технологических установок.
21. Пути совершенствования производства азотной кислоты.
22. Альтернативные методы разделения воздуха, области использования получаемых газов.
23. Связь развития криогенной технологии с прогрессом новых отраслей промышленности.
24. Особенности агрегатов третьего поколения при получении аммиака.
25. Объединенная схема производства аммиака и метанола, пути совершенствования процесса.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 15 баллов соответственно.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопросы к контрольной работе по разделу 1

1. Определение параметров пористой структуры адсорбентов и катализаторов.
2. Теоретические основы процесса газификации твердых топлив.
3. Основные продукты, образующиеся при пиролизе твердого топлива.
4. Расчет равновесных составов газовых смесей
5. Низкотемпературные циклы воздухоразделительных установок
6. Физико-химические основы конверсии природного газа водяным паром.
7. Физико-химические основы конверсии природного газа кислородом.
8. Термодинамика процесса конверсии природного газа.
9. Составы и свойства катализаторов двухстадийной конверсии метана.
10. Составы и свойства катализаторов двухстадийной конверсии оксида углерода.
11. Высокотемпературная некаталитическая конверсия природного газа.
12. Расчеты систем синтеза аммиака
13. Расчеты в производстве серной кислоты серной кислот
14. Материальные балансы в производстве карбамида
15. Термодинамический анализ разделение газовых смесей адсорбционным методом.
16. Плазмохимическое разложение CO_2 и получение CO .

Примерные задачи к контрольной работе №1

1. Определить равновесный состав конвертированного газа, получаемого при конверсии метана смесью водяного пара и кислородобогащенным воздухом (40 % O_2). Соотношение между объемами компонентов $CH_4 : H_2O : O_2 : N_2$ в исходной газовой смеси 1:1:0,6:0,9. Температура риформинга 827 °С, общее давление 1 атм.
2. Определить равновесный состав конвертированного газа, образующегося при конверсии метана смесью водяного пара, диоксида углерода и кислородом. Соотношение между объемами компонентов $CH_4 : H_2O : CO_2 : O_2$ в исходной газовой смеси 1:0,7:0,3:0,6. Температура конверсии 927 °С, давление в конверторе 1 атм.
3. Составить материальный баланс трубчатой печи конверсии природного газа (1-ая ступень конверсии), имеющего состав (% об.): $CH_4 - 97,8$; $C_2H_6 - 0,5$; $C_3H_8 - 0,2$; $C_4H_{10} - 0,1$; $N_2 - 1,4$. Соотношение объемов пар/газ в исходной смеси 2,5; степень конверсии газа по углероду 67 %; температура газа на входе в печь 380 °С, на выходе 700 °С; температура дымовых газов 800 °С; давление в конверторе 1 атм; гомологи метана разлагаются полностью; соотношение $CO : CO_2$ в конвертированном газе 1:1.
4. Составить тепловой баланс трубчатой печи конверсии природного газа (1-ая ступень конверсии) в условиях задания 3.
5. Составить материальный баланс шахтного конвертора риформинга природного газа (2-ая ступень конверсии) кислородом воздуха и водяным паром и определить объем катализатора для конверсии 1000 м³ сухого газа. Температура газа на выходе из трубчатой печи 700 °С; температура воздуха поступающего на окисление 20 °С; температура газа на выходе из конвертора 850 °С. Соотношение $(CO+H_2) : N_2$ в конвертированном газе 3,2. Состав природного газа принять по данным задания 3.
6. Составить тепловой баланс шахтного конвертора риформинга природного газа в условиях задания 21.
7. Газ, выходящий из шахтного конвертора природного газа, имеющий состав (% об.) $CO - 36,0$; $H_2 - 35,5$; $CO_2 - 5,5$; $N_2 - 23,0$, поступает на дальнейшую переработку в отделение конверсии оксида углерода водяным паром, которая протекает при температуре 550 °С, давлении 1 атм и соотношении пар / газ = 1. Определить равновесную степень конверсии и состав конвертированного газа.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит _3 вопроса, по _5 баллов за вопрос.

Вопросы к контрольной работе по разделу 2

1. Определения производительности реакционных аппаратов
2. Расчет криогенных процессов
3. Основная аппаратура процесса криогенного разделения коксового газа с целью получения азотоводородной смеси.
4. Технологическая схема процесса газификации твердых топлив.
5. Конструкцию оборудования для газификации твердых топлив.
6. Особенности оборудования для коксования каменных углей.
7. Первичные методы очистки коксового газа

8. Технологическая схема и конструкция основного оборудования конверсии оксида углерода.
9. Особенности конверсии природного газа в трубчатых печах.
10. Технологическая схема и конструкция основного оборудования конверсии оксида углерода.

Примерные задачи к контрольной работе №2

1. Сколько водяного пара необходимо израсходовать на 100 м³ исходного газа при конверсии оксида углерода при 500 °С для обеспечения степени конверсии, равной 0,91. Состав исходного газа (% об.): CO – 37; H₂ – 35; CO₂ – 6; N₂ – 22,0. Рассчитать состав сухого конвертированного газа.
2. На конверсию поступает газ, имеющий состав газа (% об.): CO – 37; H₂ – 39; CO₂ – 4,2; N₂ – 22,8. Перед конверсией к газу добавляют водяной пар в объемном соотношении пар / газ = 1 / 1. Температура реакционной смеси перед слоем катализатора 420 °С; степень конверсии 0,8. На сколько повысится температура газа, если процесс протекает адиабатически?
3. Определить объем и часовую производительность железохромового катализатора для конверсии 1000 м³ полуводяного газа, содержащего 35 % об. CO при объемной скорости конверсии 350 ч⁻¹, температуре 450 °С и давлении 1 атм. Степень конверсии 0,8; соотношение пар / газ = 1 / 1, доля свободного объема катализатора $\mu = 0,47$
4. Определить равновесный состав конвертированного газа, получаемого при конверсии метана смесью водяного пара и кислородообогащенным воздухом (40 % O₂). Соотношение между объемами компонентов CH₄ : H₂O : O₂ : N₂ в исходной газовой смеси 1:1:0,6:0,9. Температура риформинга 827 °С, общее давление 1 атм.
5. Определить равновесный состав конвертированного газа, образующегося при конверсии метана смесью водяного пара, диоксида углерода и кислородом. Соотношение между объемами компонентов CH₄ : H₂O : CO₂ : O₂ в исходной газовой смеси 1:0,7:0,3:0,6. Температура конверсии 927 °С, давление в конверторе 1 атм.
6. Составить материальный баланс трубчатой печи конверсии природного газа (1-ая ступень конверсии), имеющего состав (% об.): CH₄ – 97,8; C₂H₆ – 0,5; C₃H₈ – 0,2; C₄H₁₀ – 0,1; N₂ – 1,4. Соотношение объемов пар/газ в исходной смеси 2,5; степень конверсии газа по углероду 67 %; температура газа на входе в печь 380 °С, на выходе 700 °С; температура дымовых газов 800 °С; давление в конверторе 1 атм; гомологи метана разлагаются полностью; соотношение CO : CO₂ в конвертированном газе 1:1.
7. Составить тепловой баланс трубчатой печи конверсии природного газа (1-ая ступень конверсии), имеющего состав (% об.): CH₄ – 97,8; C₂H₆ – 0,5; C₃H₈ – 0,2; C₄H₁₀ – 0,1; N₂ – 1,4. Соотношение объемов пар/газ в исходной смеси 2,5; степень конверсии газа по углероду 67 %; температура газа на входе в печь 380 °С, на выходе 700 °С; температура дымовых газов 800 °С; давление в конверторе 1 атм; гомологи метана разлагаются полностью; соотношение CO : CO₂ в конвертированном газе 1:1.

8. Составить материальный баланс шахтного конвертора риформинга природного газа (2-ая ступень конверсии) кислородом воздуха и водяным паром и определить объем катализатора для конверсии 1000 м^3 сухого газа. Температура газа на выходе из трубчатой печи 700°C ; температура воздуха поступающего на окисление 20°C ; температура газа на выходе из конвертора 850°C . Соотношение $(\text{CO} + \text{H}_2) : \text{N}_2$ в конвертированном газе 3,2. Состав природного газа природного газа принять по данным задания 3.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопросы к контрольной работе по разделу 3

1. Физико-химические основы конверсии природного газа кислородом.
2. Расчет составов конвертированного газа.
3. Составы и свойства катализаторов двухстадийной конверсии метана.
4. Составы и свойства катализаторов двухстадийной конверсии конверсии оксида углерода.
5. Расчет и анализ материальных и тепловых балансов технологической схемы синтеза аммиака.
6. Термодинамический анализ разделение газовых смесей адсорбционным методом.
7. Экологические проблемы основного неорганического синтеза.
8. Методы очистки отходящих газов сернокислотных производств.
9. Методы очистки отходящих газов азотнокислотных производств.

Примерные задачи к контрольной работе №3

1. При газификации кокса, содержащего 96,5 % C и 3,5 % H_2O по массе, с водяным паром полученный водяной газ содержит 6% CO_2 (об.). Рассчитать состав полученного газа при газификации 1 т кокса указанного состава и составить материальный баланс, при этом протекают реакции: $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$ (основная); $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (побочная).
2. Определить состав газа после контактного аппарата при окислении диоксида серы, расход воздуха и составить материальный баланс контактного отделения, если производительность аппарата $10\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ исходного газа следующего состава, % (об.): SO_2 - 8,5; O_2 - 12,5; N_2 - 79. Степень окисления SO_2 в SO_3 составляет 98 %.
3. Определить количество влаги, испарившейся в результате экзотермической реакции нейтрализации: $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$ и составить материальный баланс аппарата ИТН. Производительность нейтрализатора 20 т NH_4NO_3 в час. В производстве применяется 47 %-ная азотная кислота и 100 %-ный газообразный аммиак. Из нейтрализатора аммиачная селитра выходит в виде 60 %-ного раствора NH_4NO_3 в воде.
4. Определить состав продуктов при электролизе водного раствора хлорида натрия и составить материальный баланс электролизера, реакция идет по следующему уравнению: $2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2$. Концентрация NaCl в растворе

310 г/л, плотность раствора при условиях электролиза 1,17 кг/л .
Производительность по хлору 500 л/час, степень разложения 50 %.

5. В колонне синтеза карбамида диаметром 1,3 м и высотой 24 м производится 790 т/сутки карбамида (33 т/ч). При степени превращения $X_{CO_2} = 0,60$ и мольном соотношении $NH_3/CO_2 = 4/1$ для обеспечения данной производительности необходима подача 40 275 кг /ч CO_2 и 62 100 кг/ч NH_3 . Определить удельную производительность реактора.
6. Сухой полуводяной газ состава (% об.): $CO - 37$; H_2-35 ; $N_2 - 22$; $CO_2 - 6,0$ – подвергается конверсии при 500 °С . Определить соотношение водяной пар : газ, обеспечивающее равновесную степень конверсии, равную 0,51. Константа равновесия конверсии монооксида углерода имеет следующую температурную зависимость:

$$\lg K = - (2059/T) + 1,5 \lg T - 1,82 \cdot 10^{-3} T + 5,65 \cdot 10^{-7} T^2 - 8,2 \cdot 10^{-11} T^3 - 1,53.$$

7. Рассчитать материальный баланс синтеза карбамида производительностью цеха 3,75 т/час. Исходные данные: давление в колонне 200 ата, температура 190 °С, степень избытка аммиака от стехиометрического количества - 100%, степень превращения карбамата в мочевины 60%, степень разложения мочевины при дистилляции и упаривании 15%. В готовой продукции содержится 98% карбамида.

8. Составить материальный баланс поглотительной колонны абсорбции нитрозных газов в производстве азотной кислоты, если состав газовой смеси после окислительной колонны (% об.): $NO_2 - 10,42$; $NO - 2,6$; $O_2 - 5,76$; $H_2O - 3,44$; $N_2 - 77,78$. Производительность установки 1500 т HNO_3 /сутки в пересчете на 100% -ную.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 и рабочей программы дисциплины, содержит 2 теоретических вопроса и задачу. Теоретические вопросы оцениваются по 10 баллов каждый, а практический в 20 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 и рабочей программы дисциплины и содержит 2 теоретических вопроса и задачу.

1. Сырье в химической технологии.
2. Основы метода фракционной конденсации сложных газовых смесей.
3. Термическая переработка минерального сырья без доступа кислорода.
4. Холодильные циклы и их применение для получения сжиженных газов.
5. Промышленные параметры синтеза аммиака.
6. Углеводородный метод получения ацетилена.
7. Физико-химические основы конверсии метана.
8. Физико-химические основы конверсии оксида углерода.
9. Концентрирование разбавленной азотной кислоты.
10. Технология конвертирования CO в современных агрегатах синтеза аммиака.
11. Физико-химические основы окисления диоксида серы в триоксид.

12. Двойное контактирование в производстве серной кислоты.
13. Сырье в технологии основного органического синтеза: виды, значение, способы обогащения.
14. Получение водорода методом конверсии углеводородного сырья.
15. Особенности катализаторов конверсии СО.
16. Криогенный метод очистки и разделения газов.
17. Системы синтеза метанола.
18. Катализаторы окисления диоксида серы в триоксид: составы, свойства, синтез.
19. Конструктивные особенности реакторов конверсии метана и СО.
20. Физико-химические основы разделения воздуха криогенным методом.
21. Физико-химические основы окисления аммиака.
22. Принципы комплексного производства аммиака и карбамида.
23. Сжигание серы и сероводорода в производстве серной кислоты.
24. Физико-химические основы окисления аммиака в производстве азотной кислоты.
25. Каталитическое гидрирование оксидов углерода.
26. Термохимические циклы при получении водорода и др. неорганических веществ.
27. Катализаторы конверсии СО: составы, свойства, синтез.
28. Катализаторы конверсии метана: составы, свойства, синтез.
29. Катализаторы синтеза аммиака: составы, свойства, синтез.
30. Основы адсорбционного разделения газов.
31. Технология синтеза аммиака: составы, свойства, синтез.
32. Абсорбция триоксида серы в производстве серной кислоты.
33. Теоретические основы получения водорода электрохимическим методом.
34. Физико-химические основы поверхностных явлений: адсорбция, адсорбенты.
35. Теоретические основы синтеза метанола.
36. Переработка оксидов азота в разбавленную азотную кислоту.
37. Газификация твердого топлива.
38. Обжиг серосодержащих руд.
39. Адсорбционные методы очистки газов от оксидов углерода.
40. Основные особенности современных агрегатов для производства неорганических продуктов.
41. Каталитическое гидрирование серосодержащих соединений.
42. Получение редких газов и их применение.
43. Газификация твердого и жидкого топлива.
44. Методы каталитического обезвреживания отходящих газов.

Примерный список практических задач экзаменационных билетов

1. Записать выражение и рассчитать содержание аммиака в равновесной азотоводородной смеси. Условия: $\sqrt{K_p} = 300$, содержание инертных примесей $C_{ин}=9\%$, $P=450$ ат.
2. Рассчитать содержание аммиака в смеси с воздухом при его полном окислении на платиновом катализаторе при соотношении $O_2/NH_3=2,5$
3. Рассчитать состав равновесной азотоводородной смеси. Условия: $P=29,4$ МПа, $C_{ин}=7\%$, $\sqrt{K_p} = 19,7$.

4. Определить содержание газообразного аммиака и азотоводородной смеси над жидким аммиаком при $P=30$ МПа, $t=200$ °С и коэффициенте $A=1,875$
5. Определить равновесный состав газа в мольных долях при конверсии СО водяным паром. Условия: $\sqrt{K_p} = 1,2$, соотношение пар/газ=2/1.
6. Рассчитать состав газа в состоянии равновесия при диссоциации NO_2 . Условия: $P=5$ ат, $t=450$ °С, $\sqrt{K_p} = 1$.
7. Определить состав исходной смеси и окислительных газов при производстве 1 т азотной кислоты при содержании NH_3 в аммиачновоздушной смеси 11,5 об. %.
8. Определить равновесный состав газа в мольных долях при конверсии СО водяным паром. $\sqrt{K_p} = 1,2$, соотношение пар:газ=3:1.
9. На водную очистку поступает конвертированный газ, содержащий 19 %, об. CO_2 . Определить расход воды на очистку 175 м^3 исходного газа до конечного содержания CO_2 , равного 2 % об., если степень насыщения воды в скруббере составляет 80 % от равновесия. Равновесная растворимость CO_2 в воде $3,7 \text{ м}^3/\text{м}^3$.
10. Определить изменение энтальпии при адиабатическом расширении сжатого воздуха от давления 35 бар до давления 3 бара, если начальная температура процесса равна -133 °С.
11. Определить количество адсорбента, необходимое для очистки 1500 м^3 синтез-газа от серосодержащих соединений, если его активность составляет 80 % от равновесной. $a_{\text{равн}} = 25 \text{ мг/г}$ Концентрация серосодержащих соединений в газовой смеси $0,5 \text{ г/м}^3$.
12. Определить теплоперепад при испарении жидкого азота при 30 ат.
13. Определить константы «а» и «b» уравнении Ван-дер-Ваальса для воздуха, исходя из критических значений: $p_{\text{кр}} = 38,4 \text{ кг/см}^2$, $T_{\text{кр}} = 132 \text{ К}$, $R = 29,27$.
14. Определить термоперепад и теплоперепад при адиабатическом расширении сжатого азота от давления 15 бар до давления 2 бар, если начальная температура процесса равна 153 °С.
15. Определить количество азота высокого и низкого давления в цикле с двумя давлениями. Условия:
 $t = -45^\circ \text{C}$, $p_1 = 1$, $p_2 = 6$, $p_3 = 200 \text{ кг/см}^2$, $\sum q_{\text{потерь}} = 2,75 \text{ ккал/кг}$.
16. Определить холодильный коэффициент компрессионной холодильной машины, если температура в испарителе -23 °С, а в конденсаторе 27 °С.
17. Вычислить теоретическую мощность, затрачиваемую холодильной установкой, отводящей в секунду 17400 Дж при -19 °С (температура испарения). Температура конденсации 15 °С.
18. Определить по диаграмме $S - T$ интегральный ΔT и изотермический ΔI эффекты дросселирования воздуха от 200 до 1 ат. Начальная температура воздуха 290 К .
19. Найти по диаграмме $S - T$ теплоту испарения жидкого воздуха при давлении 5 ат.
20. Определить по диаграмме $S - T$ изменение температуры ΔT и изменение энтальпии ΔI (теплоперепад) при изоэнтропическом расширении воздуха от $P_1 = 5,6$ до $P_2 = 1,4$ ат с совершением внешней работы. Начальная температура воздуха $T_1 = 115 \text{ К}$.
21. Определить долю жидкости, которая образуется при дросселировании воздуха от 80 до 1 ат. Начальная температура сжатого воздуха 140 К .

22. Определить количество тепла, которое отнимает в теплообменнике 1 моль азота при повышении его температуры от 85 до 300 К под давлением 1,5 ат.

23. По диаграмме S—T определить температуру начала конденсации воздуха под давлениями 6 ат; 20 ат; 40 ат.

24. Вычислить минимальную работу сжижения 1 кг воздуха, имеющего начальное давление 1 ат и температуру 300 К.

25. Вычислить сжижаемую долю воздуха x в цикле с однократным дросселированием и расход энергии на сжижение $l_{ж}$, если $P_1 = 1$ ат, $P_2 = 200$ ат, $T_1 = 300$ К, потери колода в окружающую среду от недорекупации $q_{л} + q_{н} = 11,5$ кДж/кг (333 Дж/моль), $\eta_{из} = 0,6$.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (2 семестр).

«Утверждаю» И.о.Зав. каф. ТНВ и ЭП (Должность, наименование кафедры) В.А. Колесников (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2024г	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Технология неорганических веществ и электрохимических процессов
	18.04.01 Химическая технология Магистерская программа – «Технология неорганических веществ и функциональных материалов»
	Технология основного неорганического синтеза
Билет № 1 1. Термическая переработка минерального сырья без доступа кислорода. 2. Особенности энерготехнологии производства аммиака и азотной кислоты. 3. Определить равновесный состав газа в мольных долях при конверсии СО водяным паром. Условия: $\sqrt{K_p} = 1,2$, соотношение пар/газ=2/1.	

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Сырье в основной химической технологи.
2. Холодильные циклы и их применение для получения сжиженных газов
3. Записать выражение и рассчитать содержание аммиака в равновесной азотовородной смеси для условий: $\sqrt{K_p} = 300$, содержание инертных примесей $C_{ин} = 9\%$, $P = 450$ ат.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Основы метода фракционной конденсации сложных газовых смесей.
2. Основные особенности современных агрегатов для производства неорганических продуктов.
3. Рассчитать содержание аммиака в смеси с воздухом при его полном окислении на платиновом катализаторе при соотношении $O_2/NH_3=2,5$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Промышленные параметры синтеза аммиака.
2. Газификация твердого и жидкого топлива.
3. Определить содержание газообразного аммиака и азотоводородной смеси над жидким аммиаком при $P=30$ МПа, $t=200$ °С и коэффициенте $A=1,87$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Криогенный метод очистки и разделения газов.
2. Теоретические основы получения водорода электрохимическим методом.
3. Рассчитать состав газа в состоянии равновесия при диссоциации NO_2 . Условия: $P=5$ ат, $t=450$ °С.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Технология конвертирования СО в современных агрегатах синтеза аммиака.
2. Получение редких газов и их применение.
3. Определить состав исходной смеси и оксидных газов при производстве 1 т азотной кислоты. Условия: содержание NH_3 в аммиачновоздушной смеси 11,5 об. %.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Абсорбция триоксида серы в производстве серной кислоты.
2. Теоретические основы синтеза метанола
3. Определить равновесный состав газа в мольных долях при конверсии СО водяным паром. $\sqrt{K_p} = 1,2$, соотношение пар : газ=3:1.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Каталитическое гидрирование оксидов углерода.
2. Сжигание серы и сероводорода в производстве серной кислоты.
3. На водную очистку поступает конвертированный газ, содержащий 19 %, об. CO_2 . Определить расход воды на очистку 175 м³ исходного газа до конечного содержания CO_2 , равного 2 % об., если степень насыщения воды в скруббере составляет 80 % от равновесия. Равновесная растворимость CO_2 в воде $3,7$ м³/м³.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Получение технологического газа для производства аммиака, метанола, водорода и высших углеводородов. Теоретические основы, технология, катализаторы, оборудование, системы управления: Учебное пособие / Э.Г. Вакк, Г.В. Шуклин, И.Л. Лейтес - М., 2011. – 480с.
2. Ануров С.А. криогенные технологии разделения газов. – М.: ООО «АР-Консалт», 2017. –233 с.
3. Воробьев Н.И. Технология связанного азота и азотных удобрений. Минск: Изд-во БГТУ, 2011. – 216 с.
4. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений: курс лекций / Новгородский гос. Ун-т им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород: Изд-во НовГТУ, 2007. – 237 с.
5. Алехина М.Б., Исаева В.И. Металлорганические каркасные структуры для очистки и разделения газовых сред. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. – 76 с.
6. Ануров С.А., Нефедова Н.В., Алехина М.Б. Криогенные технологии в производстве неорганических веществ. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2021. – 120 с.

Дополнительная

1. Димиденко И.М., Янковский Н.А., Бурмистр М.В., Мельников Б.И., Лобойко А.Я. Промышленный гетерогенный катализ. – Горловка, КП «Горловская типография», 2005.
2. Габриэлян О.С., Остроумов И.Г., Соловьев С.Н., Маскаев Ф.Н. Общая химия. – М.: Просвещение, 2006.- 384с.
3. Методы расчета по технологии связанного азота / Под ред. В.И. Атрощенко. Киев: Вища школа, 1985.- 312 с.
4. Справочник азотчика (в 2-х т.). Изд. 2-ое. М.: Химия, 1987. - 461 с.
5. Справочник сернокислотчика / Под ред. К.М. Малина. М.: Химия, 1971. – 640 с.
6. Родионов А.И., Чан Ван Куи. Основы экологической безопасности производства серной кислоты / М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 148 с.
7. Энерго- и ресурсосберегающие технологии в производствах минеральных удобрений, аммиака, метанола». Научно-технические новости. Информационное обеспечение предприятий химической промышленности. Спецвыпуск 4. М.: Инфохим, 2004. – 96 с.
8. Сера и серная кислота-2017: Сб. материалов 7-й международной научно-практической конференции.- М.: ОАО «Институт «ГИНЦВЕТМЕТ», 2017.- 92с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал физической химии» ISSN 0044-4537
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Кинетика и катализ» ISSN 0453-8811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет (*при необходимости*):

- <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
- <https://lib.muctr.ru/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (*При необходимости*)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 20 (общее число слайдов – 300);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

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. Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Электронные информационные ресурсы, доступные пользователям РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2025 году (2 квартал)

№	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 г.	CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ

		Ссылка на сайт- https://scifinder-n.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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 г. Ссылка на сайт- https://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 от 25.04.2025 г. № 310 С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г. Ссылка на сайт- https://www.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.	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	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 г. 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 - 2024 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 - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: https://www.nature.co
		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 - 2034 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 Collectionsъ 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 ю	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 31.10.2022 г. № 1404 С 01.11.2022 г. – бессрочно Ссылка на сайт- https://scitation.org/ebooks Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области 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	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,

		С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по ссылке Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.	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.	Books – 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	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. 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 Бессрочно

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.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
 Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.
4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
 Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
5. 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.
6. 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).
7. 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. рецензирование.
8. 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.

9. 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.

10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)

http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего

официального бюллетеня

11. 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>

12. 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>

13. 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>

14. 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/>

15. 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>

16. 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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Технология основного неорганического синтеза*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Лаборатория, оснащенная необходимым оборудованием для синтеза и термической обработки материалов.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копируемые аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	Управление проектами Project	Контракт	1 лицензия для	бессрочная

	expert tutorial	№ 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	активации на рабочих станциях	
4.	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
5.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6.	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
7.	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
9.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom 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
10.	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
11.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
12.	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
13.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная

14.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
15.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
16.	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
17.	Instrument Control Toolbox Classroom 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
18.	Image Processing Toolbox Classroom 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
19.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom 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
20.	System Identification Toolbox Classroom 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
21.	Curve Fitting Toolbox Classroom 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
22.	Statistics Toolbox Classroom 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
23.	Global Optimization Toolbox Classroom 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
24.	Partial Differential Equation Classroom 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
25.	Optimization Toolbox Classroom 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
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

		от 14.12.10		
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 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 обновлённую версию продукта)
34.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-	1 лицензия для активации на	02.12.2025

		223/2024 от 25.11.2024	рабочих станциях	
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41.	Антиплагиат.VY3 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
Введение. Раздел 1. Физико-химические основы современных неорганических технологий и синтез основных неорганических продуктов Раздел 2. Научные основы перспективных технологий. Решение экологических проблем.	<u>знать:</u> научные основы технологии основного неорганического синтеза; теоретические основы получения неорганических веществ; механизмы основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности; основные типы и конструкции реакторов для проведения неорганических реакций; технологию и общие принципы осуществления химических	Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр) Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр) Оценка за <i>вид контроля из УП</i> (2 семестр)

	процессов основного неорганического синтеза; различные способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов производства неорганического веществ; <u>уметь:</u> формулировать задачи научных исследований на основе теоретического анализа и экспериментальных данных; использовать методы исследования и определения параметров процессов основного неорганического синтеза; анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции; анализировать и обобщать опыт отечественных и зарубежных фирм в области основного неорганического синтеза; анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты материального и энергетического балансов; <u>владеть:</u> современными методами качественного и количественного анализа неорганических веществ; современными методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов; методами математического моделирования технологических процессов и использовать их для проектирования технологических аппаратов по экспериментальным данным; методами построения и оптимизации технологических схем; методами анализа и	

	техноэкономической оптимизации технологических схем.	
Раздел 3. Энергосберегающие технологические схемы. Аппаратурное оформление современных технологий .	<u>знать:</u> научные основы технологии основного неорганического синтеза; теоретические основы получения неорганических веществ; технологию и общие принципы осуществления химических процессов основного неорганического синтеза; различные способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов производства неорганического веществ; <u>уметь:</u> анализировать и обобщать опыт отечественных и зарубежных фирм в области основного неорганического синтеза; анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты материального и энергетического балансов; <u>владеть:</u> современными методами качественного и количественного анализа неорганических веществ; современными методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов; методами математического моделирования технологических процессов и использовать их для проектирования технологических аппаратов по экспериментальным данным; методами построения и оптимизации технологических схем; методами анализа и техноэкономической оптимизации технологических схем.	Оценка за контрольную работу № 3 (2 семестр) Оценка за <i>вид контроля из УП</i> (2 семестр)

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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- 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 основного неорганического синтеза»
основной образовательной программы
 18.04.01 Химическая технология
 магистерская программа
 «Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»

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 тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов»

**Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа
«Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для
их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена к.х.н., доцентом кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов А. Н. Морозовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
технологии неорганических веществ и электрохимических процессов

«28» апреля 2025 г., протокол №5.

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Технология продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов**» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии по профилю «Технология неорганических веществ».

Цель дисциплины – расширение и углубление знаний и практических навыков обучающихся по направлению магистратуры в области технологии продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов.

Задачи дисциплины – ознакомление обучающихся с номенклатурой и свойствами промышленно выпускаемых продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов, методами их получения, развитие способностей к анализу и совершенствованию типовых процессов технологии продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов.

Дисциплина «**Технология продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов**» 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 химического и химико-технологического производства).	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	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).
		ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области	ПК-4.1. Знает физико-химические основы получения и использования химических веществ и функциональных материалов	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом
			ПК-4.2 Умеет производить	Министерства труда и

		получения и использования химических веществ и функциональных материалов	поисковые работы для разработки новых методов производства и использования химических веществ и функциональных материалов	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).
			ПК-4.3 Владеет методами получения, исследования и применения химических веществ и функциональных материалов	
		ПК-5. Способен выбирать исследовательские приборы и технологическое оборудование и оптимизировать параметры процесса для производства и применения химических веществ и функциональных материалов с заданными свойствами	ПК-5.1. Знает исследовательское и технологическое оборудование и правила его эксплуатации	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).
			ПК-5.2 Умеет подбирать и оптимизировать условия получения и использования химических веществ и функциональных материалов	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- роль и значение продуктов тонкого неорганического синтеза в создании эффективных технических материалов многоцелевого назначения;
- классификацию и характерные особенности методов синтеза неорганических соединений с заданным составом и свойствами;
- требования к продуктам тонкого неорганического синтеза, чистым веществам и реактивам, их классификацию;
- физико-химические основы производства продуктов тонкого неорганического синтеза и реактивов;
- технологические схемы получения продуктов тонкого неорганического синтеза;
- экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения.

Уметь:

- оценивать и выбирать способы получения продуктов с комплексом заданных свойств;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;
- выполнять расчеты количественных соотношений между компонентами начальных и конечных продуктов, определять расходные нормы реагентов и выхода целевого продукта производства, в основе которого лежат физические процессы;
- проводить анализ состава продуктов на содержание основных компонентов методами аналитической химии;
- применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных научно-технических задач.

Владеть:

- основными навыками работы с продуктами тонкого неорганического синтеза, реактивами и особо чистыми веществами;
- умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения;
- навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы;
- методами определения качества продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,43	51,4	38,6
Лекции	0,95	34	26,6
Практические занятия (ПЗ)	0,48	17	12
в том числе в форме практической подготовки	0,48	17	12
Самостоятельная работа	1,57	57	69,4
Контактная самостоятельная работа	1,57	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,8	69,25
Вид контроля:	Экзамен		
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,4	0,2
Подготовка к экзамену	0,99	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. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Научные основы технологии получения продуктов тонкого неорганического синтеза	21	3	6	-	3	3	-	-	12
1.1	Чистые неорганические вещества	9	3	2	-	3	3	-	-	4
1.2	Особенности производства и контроля	6	-	2	-	-	-	-	-	4
1.3	Экологические проблемы производств	6	-	2	-	-	-	-	-	4
2.	Раздел 2. Ресурсо-, энергосберегающие технологии получения функциональных неорганических продуктов с заданными свойствами и функциями	31	4	10	-	4	4	-	-	17
2.1	Химическое осаждение из растворов	10	1	3	-	1	1	-	-	6
2.2	Химическое осаждение из газовой фазы	10	1	3	-	1	1	-	-	6
2.3	Синтез неорганических соединений в специальных средах	11	2	4	-	2	2	-	-	5
3.	Раздел 3. Технология чистых веществ и реактивов	56	10	18	-	10	10	-	-	28
3.1	Теоретические основы очистки веществ и классификация методов очистки	14	3	2	-	3	3	-	-	9
3.2	Химические методы очистки неорганических веществ	20	4	6	-	4	4	-	-	10
3.3	Физико-химические методы очистки неорганических веществ	22	3	10	-	3	3	-	-	9
	ИТОГО	108	17	34	-	17	17	-	-	57
	Экзамен	36	-	-	-	-	-	-	-	-
	ИТОГО	144	17	34	-	17	17	-	-	57

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Научные основы технологии получения продуктов тонкого неорганического синтеза

1.1. Чистые неорганические вещества

Общие сведения и классификация продуктов тонкого неорганического синтеза и чистых веществ. Номенклатура и области их потребления. Общие сведения и основные понятия о чистоте вещества. Классификация веществ по степени чистоты. Формы примесей. Нормирование примесей. Влияние примесей на свойства веществ. Источники примесей в чистом веществе. Физические, физико-химические свойства неорганических соединений. Технические характеристики и эксплуатационные свойства продуктов целевого назначения. Взаимосвязь между способом, условиями получения, составом и свойствами получаемых продуктов.

1.2. Особенности производства и контроля

Особенности производства и контроля продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов. Особенности проектирования, эксплуатации и оптимизации производств. Гибкие автоматизированные системы. Хранение и транспортирование продуктов. Экономические особенности. Сырьевая, энергетическая и другие составляющие себестоимости продукции. Пути их уменьшения.

1.3. Экологические проблемы производств

Экологические проблемы производства. Источники загрязнения окружающей среды. Пути снижения количества отходов, выбросов и сточных вод. Современные технологии очистки газовых и жидких выбросов. Основные направления создания экологически безопасных химических производств. Перспективные технологии деструктивной очистки сточных вод от органических загрязнителей.

Раздел 2. Ресурсо-, энергосберегающие технологии получения функциональных неорганических продуктов с заданными свойствами и функциями

2.1. Химическое осаждение из растворов

Физико-химические основы образования твердой фазы. Получение растворимых кристаллических соединений. Особенности процессов зарождения новой фазы. Характеристика процессов кристаллизации, химического осаждения из растворов. Теоретические основы процессов кристаллизации. Пересыщенные растворы. Скорость зародышеобразования. Механизм и скорость роста кристаллов. Влияние примесей на механизм и скорость кристаллизации растворимых соединений. Примеры процессов получения растворимых кристаллических соединений. Получение труднорастворимых соединений способами химического осаждения. Физико-химические основы топохимического образования твердой фазы. Понятие о системе осадок – маточный раствор. Физическое, химическое старение осадка при контакте его с маточным раствором. Правило осаждения труднорастворимых осадков Веймарна и Тананаева. Химическое загрязнение осадков. Типы соосаждения примесей: адсорбция, окклюзия.

2.2. Химическое осаждение из газовой фазы

Теоретические аспекты химического осаждения неорганических веществ из газовой фазы. Химическое осаждение из паровой фазы (CVD). Физическое осаждение из паровой фазы. Основные типы CVD методов. Химический предшественник. Основные типы химических реакций, лежащих в основе процесса CVD. Параметры, регулирующие получение тонких пленок методом CVD. Типы CVD реакторов. Методы нагрева CVD реакторов. CVD процессы в плазме. Химическое осаждение из газовой фазы при пониженном давлении. Металлизация поверхности путем осаждения из газовой фазы. Осаждение металлических покрытий из карбониллов металлов. Допирование неорганических веществ в газовой фазе. Неорганические гетероструктуры и способы их получения из газовой фазы. Получение углеродных наноматериалов методом CVD.

2.3. Синтез неорганических соединений в специальных средах

Способы создания наноструктурных неорганических пленок. Синтез неорганических веществ в неводных растворителях. Синтез с использованием элементарноорганических соединений в качестве промежуточных продуктов. Полиольный процесс получения монокристаллов серебра и меди. Электрохимические методы синтеза продуктов химической технологии. Допирование неорганических материалов. Физико-химические основы синтеза соединений с нестехиометрическим составом. Самоорганизующиеся высокоупорядоченные наноструктуры. Создание фотоактивных материалов с широким спектром поглощения на основе диоксида титана. Синтез неорганических веществ при высоких температурах. Термические способы получения неорганических веществ. Термообработка как технологическая стадия производства оксидов и солей металлов с заданным составом и свойствами. Особенности процесса дегидратации различных типов гидратов. Плазмохимические, криогенногидратные способы получения неорганических веществ. Неорганические материалы для токопроводящих прозрачных покрытий.

Раздел 3. Технология чистых веществ и реактивов

3.1. Теоретические основы очистки веществ и классификация методов очистки

Классификация методов очистки веществ. Коэффициент разделения (распределения) примесей. Сравнительная оценка возможностей методов. Соединения реактивной квалификации и особо чистые вещества. Номенклатура и области их потребления. Основы составления материального баланса.

3.2. Химические методы очистки неорганических веществ

Химические методы очистки веществ. Очистка растворов осаждением примесей. Очистка осаждением основного вещества. Другие методы очистки растворов от примесей. Очистка с переводом примеси и основного вещества в газовую фазу. Галогенидный метод. Гидридный метод. Очистка с использованием элементарноорганических соединений. Карбонильный метод. Химические транспортные реакции.

3.3. Физико-химические методы очистки неорганических веществ

Дистилляционные (ректификационные) методы очистки неорганических соединений. Особенности проведения процесса при малых содержаниях примесей. Способы организации дистилляционных процессов. Получения минеральных кислот особой чистоты методом безпузырьковой дистилляции. Кристаллизационные методы. Кристаллизация из растворов. Фракционирование примесей в процессах кристаллизации из растворов. Основные показатели и закономерности фракционирования. Практическое использование процессов кристаллизации из растворов для получения чистых веществ и реактивов. Кристаллизация из расплавов. Зонная плавка. Основные факторы, влияющие на эффективность процесса. Применение зонной плавки для очистки веществ. Направленная кристаллизация. Экстракционные методы. Классификация экстрагентов. Экстракционные системы для очистки неорганических веществ. Многоступенчатые процессы очистки. Особенности аппаратного оформления процессов жидкостной экстракции. Адсорбционные методы. Основные закономерности и особенности адсорбции примесей из газов, паров, растворов. Наиболее распространенные типы сорбентов. Практическое применение адсорбционных методов для очистки неорганических веществ. Хроматографический метод получения чистых веществ. Ионообменный метод получения чистых веществ. Получение ионитов. Их термохимическая устойчивость, механическая устойчивость. Особенности использования ионообменного метода в технологии чистых веществ. Мембранные методы разделения и очистки жидких и газовых сред. Виды мембран, их характеристика. Области применения. Специфика аппаратного оформления.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– роль и значение продуктов тонкого неорганического синтеза в создании эффективных технических материалов многоцелевого назначения;	+	+	+
2	– классификацию и характерные особенности методов синтеза неорганических соединений с заданным составом и свойствами;	+	+	+
3	– требования к продуктам тонкого неорганического синтеза, чистым веществам и реактивам, их классификацию;	+	+	+
4	– физико-химические основы производства продуктов тонкого неорганического синтеза и реактивов;	+	+	+
5	– технологические схемы получения продуктов тонкого неорганического синтеза;	+	+	+
6	– экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения.	+	+	+
	Уметь:			
7	– оценивать и выбирать способы получения продуктов с комплексом заданных свойств;	+	+	+
	– анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;	+	+	+
	– выполнять расчеты количественных соотношений между компонентами начальных и конечных продуктов, определять расходные нормы реагентов и выхода целевого продукта производства, в основе которого лежат физические процессы;	+	+	+
	– проводить анализ состава продуктов на содержание основных компонентов методами аналитической химии;	+	+	+
	– применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных научно-технических задач.	+	+	+
	Владеть:			
8	– основными навыками работы с продуктами тонкого неорганического синтеза, реактивами и особо чистыми веществами;	+	+	+
9	– умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов;	+	+	+

10	– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения;		+	+	+
11	– навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы		+	+	+
	– методами определения качества продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов.		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения</i> :					
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
12	– 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;	+	+	+
13	– ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области получения и использования химических веществ и функциональных материалов	– ПК-4.1 Знает физико-химические основы получения и использования химических веществ и функциональных материалов	+	+	+
		– ПК-4.2 Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования химических веществ и функциональных материалов	+	+	+
		– ПК-4.3. Владеет методами получения, исследования и применения химических веществ и функциональных материалов	+	+	+
14	– ПК-5. Способен выбирать исследовательские приборы и технологическое оборудование и оптимизировать параметры процесса для производства и применения химических веществ и функциональных материалов с заданными свойствами	– ПК-5.1. Знает исследовательское и технологическое оборудование и правила его эксплуатации	+	+	+
		– ПК-5.2. Умеет подбирать и оптимизировать условия получения и использования химических веществ и функциональных 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	Классификация веществ по степени чистоты	1
2	1	Номенклатура чистых веществ	2
3	2	Получение труднорастворимых соединений способами химического осаждения.	2
4	2	Получение неорганических материалов в специальных средах	2
5	3	Коэффициент разделения (распределения) примесей	1
6	3	Оценка предельных возможностей химических методом очистки	1
7	3	Основы составления материального баланса	2
8	3	Кристаллизация из растворов	2
9	3	Технологические расчеты в процессах экстракции	2
10	3	Технологические расчеты в мембранных процессах	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Технология продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов*» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче контрольных работ по материалу лекционного курса (1 семестр).

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 *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1, 2 и 3 (1 семестр) составляет 10, 20 и 30 баллов, соответственно.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Понятие о чистоте вещества.
2. Химические, физические, эксплуатационные свойства продуктов тонкого неорганического синтеза. Примеры.
3. Особенности выбора конструкционных материалов в производстве реактивов и особо чистых веществ.

Вопрос 1.2.

1. Экономические особенности производства продуктов тонкого неорганического синтеза.
2. Сырьевая, энергетическая и другие составляющие себестоимости продукции.
3. Особенности производства и контроля продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Особенности процессов зарождения новой фазы.
2. Гомогенные способы осаждения неорганических веществ и их варианты.
3. Функциональная схема процесса получения неорганических веществ методом химического осаждения.

Вопрос 2.2.

1. Теоретические аспекты химического осаждения неорганических веществ из газовой фазы.
2. Химическое осаждение из газовой фазы при пониженном давлении.
3. Химический предшественник. Основные требования, предъявляемые к химическому предшественнику.

Вопрос 2.3.

1. Классификация неорганических пленок и покрытий.
2. Методы подготовки поверхности подложек.
3. Методы получения неорганических пленок из жидкой фазы.

Вопрос 2.4.

1. Высокотемпературные способы получения неорганических веществ на примере оксидов металлов.
2. Электрохимические методы синтеза продуктов химической технологии.
3. Термообработка как технологическая стадия производства оксидов и солей металлов с заданным составом и свойствами.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 6 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Соединения реактивной квалификации и особо чистые вещества.

2. Практические особенности получения осч веществ.
3. Основные источники загрязнения примесями из атмосферы.

Вопрос 3.2.

1. Технология галогенидных методов очистки. Достоинства и недостатки.
2. Оценка предельных возможностей химических методов очистки.
3. Факторы, влияющие на процесс гидролитической очистки.

Вопрос 3.3.

1. Определение идеального коэффициента очистки кристаллов.
2. Понятие изоморфизм. Правило Гольдшмидта.
3. Схема дробной кристаллизации.

Вопрос 3.4.

1. Дистилляция и ректификация в технологии тонкого неорганического синтеза.
2. Ионообменный метод очистки. Классификация ионитов.
3. Мембранные методы в технологии тонкого неорганического синтеза.

Вопрос 3.5.

1. Оценить остаточную концентрацию ионов Fe^{3+} в воде ($\text{pH} = 7$) при его удалении в виде гидроксида железа (3+). $\text{PP}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 3.2 \cdot 10^{-38}$.
2. Проведите оценку возможности очистки селена от примеси кремния гидридным методом при температуре 500K (ΔH_{298}^0 , кДж/моль: $\text{H}_2\text{Se} = 33.47$; $\text{SiH}_4 = 34.7$). В ответе необходимо указать порядок коэффициента разделения (т.е. если $\alpha = 2,3 \cdot 10^5$, то в ответе указываем 5) и эффективность предложенного метода разделения).
3. Рассчитайте коэффициент разделения ионов Ca^{2+} и Co^{2+} в обратноосмотической установке. Концентрация кальция и кобальта в исходном растворе составила 2.9 и 1.4 г/л, в пермеате – 0.08 и 0.2 г/л.

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

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

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 20 баллов.

1. Классификация соединения реактивной квалификации и особо чистые вещества.
2. Оценка предельных возможностей химических методов очистки.
3. Проведите оценку возможности очистки селена от примеси кремния гидридным методом при температуре 500K (ΔH_{298}^0 , кДж/моль: $\text{H}_2\text{Se} = 33.47$; $\text{SiH}_4 = 34.7$). В ответе необходимо указать порядок коэффициента разделения (т.е. если $\alpha = 2,3 \cdot 10^5$, то в ответе указываем 5) и эффективность предложенного метода разделения).

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета (1 семестр).

Экзамен по дисциплине «Технология продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» И.о. заведующего кафедрой ТНВ и ЭП (Должность, наименование кафедры) _____ А.В. Колесников (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 202__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов
	18.04.01 Химическая технология Магистерская программа – «Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства» Технология продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов
Билет № 1 Вопрос 1 Классификация соединения реактивной квалификации и особо чистые вещества. Вопрос 2 Оценка предельных возможностей химических методов очистки. Вопрос 3 Методы получения неорганических пленок из жидкой фазы. Вопрос 4 Проведите оценку возможности очистки селена от примеси кремния гидридным методом при температуре 500К (ΔH_{298}^0, кДж/моль: $H_2Se = 33.47$; $SiH_4 = 34.7$). В ответе необходимо указать порядок коэффициента разделения (т.е. если $\alpha = 2,3 \cdot 10^5$, то в ответе указываем 5) и эффективность предложенного метода разделения).	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Девярых Г.Г. Введение в теорию глубокой очистки веществ / Г.Г. Девярых, Ю.Е. Еллиев. - М.: Наука. 1981. - 320 с.
2. Варезкин, А. В. Физико-химические основы получения высокочистых веществ: учебное пособие / А. В. Варезкин. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. - 159 с.
3. Девярых Г.Г. Глубокая очистка веществ: учебное пособие / Г.Г. Девярых, Ю.Е. Еллиев. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 1990. – 192 с.
4. Девярых Г.Г. Глубокая очистка веществ: учебное пособие для химических и химико-технологических специальностей вузов / Г.Г. Девярых, Ю.Е. Еллиев. – М.: Высш. шк., 1974. – 160 с.
5. Десятов, А. В. Мембранные методы очистки природных и сточных вод: методические материалы для курсового и дипломного проектирования / А.В. Десятов, Н. Е. Кручинина. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 159 с.

Б. Дополнительная литература

1. Девярых Г.Г. Методы получения веществ особой чистоты // Г.Г. Девярых, М.Ф. Чурбанов. -М.: Знание. 1976. – 64 с.
2. Литвин Б.Н. Гидротермальный синтез неорганических соединений / Б.Н. Литвин, В.И. Пополитов; ред. И.В. Тананаев; Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова АН СССР. – М.: Наука. 1984. – 185 с.
3. Кубасов В.Л. Электрохимическая технология неорганических веществ: учебник / В.Л. Кубасов, В.В. Банников. – М.: Химия. 1989. -288 с.
4. Кельцев, Н. В. Очистка отходящих газов от вредных примесей: текст лекций: Учебное пособие / Н.В. Кельцев. - М. : МХТИ, 1979. - 48 с

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Неорганические материалы» ISSN 0002-337X
- Журнал «Физическая химия» ISSN 0044-4537
- Журнал «Кристаллография» ISSN 0023-4761

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://e.lanbook.com/> - электронно-библиотечная система Лань
- <http://lib.muctr.ru/> - электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)
- <https://scifinder-n.cas.org> - 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
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - полнотекстовые коллекции журналов и книг крупнейшего академического издательства Wiley Journals Database
- <https://www.orbit.com> - база данных патентного поиска Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium)
- <https://sk.sagepub.com/books/discipline> - электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections
- <https://www.worldscientific.com> - мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing
- <https://www.nature.com> - полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group
- <https://scitation.org> - электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing
- <https://eurekaselect.com/bypublication> - полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science
- <https://journals.rcsi.science/> - научные журналы РАН
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <https://www.rms.org.uk/> - королевское сообщество по микроскопическим методам исследования
- <https://www.sciencedirect.com> - книги и журналы издательства Elsevier
- <http://link.springer.com/> - электронные книги издательства SpringerNature
- <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://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - научная электронная библиотека
- <http://doaj.org/> - база полнотекстовых журналов Directory of Open Access Journals (DOAJ)

- <https://www.doabooks.org/> - база более 3000 книг по различным отраслям знаний Directory of Open Access Books (DOAB)
- <https://www.biomedcentral.com/> - база данных журналов BioMed Central
- <https://arxiv.org/> - бесплатный архив электронных научных публикаций
- <http://www.mdpi.com/> - коллекция журналов MDPI AG
- <http://www.intechopen.com/> - издательство книг с открытым доступом InTech
- <http://www.chemspider.com/> - база данных химических соединений ChemSpider
- <http://journals.plos.org/plosone/> - коллекция журналов PLOS ONE
- <http://www.uspto.gov/> - ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO
- <http://worldwide.espacenet.com/> - база данных патентов (либо патентных заявок) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро
- http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - информационные ресурсы федерального института промышленной собственности свободного доступа
- <https://pubs.rsc.org/en/journals> - база журналов издательства The Royal Society of Chemistry
- <https://www.tandfonline.com/> - база журналов издательства Taylor & Francis

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 17, (общее число слайдов – 340);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200).

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 01.01.2021 г. составляет 1 716 243 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 тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория для проведения лекционных 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 выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

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

- Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

- Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.
- Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Научные основы технологии получения продуктов тонкого неорганического синтеза	<i>Знает:</i> - роль и значение продуктов тонкого неорганического синтеза в создании эффективных технических материалов многоцелевого назначения; - классификацию и характерные особенности методов синтеза неорганических соединений с заданным составом и свойствами; - требования к продуктам тонкого неорганического синтеза, чистым	Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (2 семестр)

	веществам и реактивам, их классификацию; - физико-химические основы производства продуктов тонкого неорганического синтеза и реактивов; - технологические схемы получения продуктов тонкого неорганического синтеза; - экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения. <i>Умеет:</i> - оценивать и выбирать способы получения продуктов с комплексом заданных свойств; - анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции; - выполнять расчеты количественных соотношений между компонентами начальных и конечных продуктов, определять расходные нормы реагентов и выхода целевого продукта производства, в основе которого лежат физические процессы; - проводить анализ состава продуктов на содержание основных компонентов методами аналитической химии; - применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных научно-технических задач. <i>Владеет:</i> - основными навыками работы с продуктами тонкого неорганического синтеза, реактивами и особо чистыми веществами; - умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов; - методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения;	

	- навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы; - методами определения качества продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов.	
Раздел 2. Ресурсо-, энергосберегающие технологии получения функциональных неорганических продуктов с заданными свойствами и функциями	<i>Знает:</i> - роль и значение продуктов тонкого неорганического синтеза в создании эффективных технических материалов многоцелевого назначения; - классификацию и характерные особенности методов синтеза неорганических соединений с заданным составом и свойствами; - требования к продуктам тонкого неорганического синтеза, чистым веществам и реактивам, их классификацию; - физико-химические основы производства продуктов тонкого неорганического синтеза и реактивов; - технологические схемы получения продуктов тонкого неорганического синтеза; - экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения. <i>Умеет:</i> - оценивать и выбирать способы получения продуктов с комплексом заданных свойств; - анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции; - выполнять расчеты количественных соотношений между компонентами начальных и конечных продуктов, определять расходные нормы реагентов и выхода целевого продукта производства, в основе которого лежат физические процессы; - проводить анализ состава продуктов на содержание основных компонентов методами аналитической химии; - применять приобретенные теоретические знания и практические	Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр) Оценка за экзамен (2 семестр)

	навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных научно-технических задач. <i>Владеет:</i> - основными навыками работы с продуктами тонкого неорганического синтеза, реактивами и особо чистыми веществами; - умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов; - методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения; - навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы; - методами определения качества продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов.	
Раздел 3. Технология чистых веществ и реактивов	<i>Знает:</i> - роль и значение продуктов тонкого неорганического синтеза в создании эффективных технических материалов многоцелевого назначения; - классификацию и характерные особенности методов синтеза неорганических соединений с заданным составом и свойствами; - требования к продуктам тонкого неорганического синтеза, чистым веществам и реактивам, их классификацию; - физико-химические основы производства продуктов тонкого неорганического синтеза и реактивов; - технологические схемы получения продуктов тонкого неорганического синтеза; - экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения. <i>Умеет:</i> - оценивать и выбирать способы получения продуктов с комплексом заданных свойств;	Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр) Оценка за <i>экзамен</i> (2 семестр)

	- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции; - выполнять расчеты количественных соотношений между компонентами начальных и конечных продуктов, определять расходные нормы реагентов и выхода целевого продукта производства, в основе которого лежат физические процессы; - проводить анализ состава продуктов на содержание основных компонентов методами аналитической химии; - применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных научно-технических задач. <i>Владеет:</i> - основными навыками работы с продуктами тонкого неорганического синтеза, реактивами и особо чистыми веществами; - умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов; - методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения; - навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы; - методами определения качества продуктов тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов.	

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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– 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 тонкого неорганического синтеза, чистых веществ и реактивов»

основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Технология неорганических веществ и сорбентов и катализаторов для их производства»

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
«Управление проектами»**

**Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология
Магистерская программа – «Технология неорганических веществ,
сорбентов и катализаторов для их производства»**

Квалификация «магистр»

Москва 2025

Программа составлена: кандидатом химических наук, доцентом кафедры менеджмента и маркетинга Н.Ю. Николаевой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры менеджмента и маркетинга
«24» апреля 2025 г., протокол № 7

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), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **менеджмента и маркетинга** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Управление проектами»** относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области управления программами и проектами.

Цель дисциплины – получение студентами практических навыков по запуску и управлению проектами. Данный курс координирует управление и реализацию проектов необходимого качества, в установленные сроки, в рамках принятого бюджета.

Задачи дисциплины

- формирование общих подходов к управлению программами и проектами;
- ознакомление со Стандартами управления проектами; с тенденциями развития проектного менеджмента в России и за рубежом;
- формирование теоретических и методологических знаний по организационно-содержательным, технологическим основам разработки управления ими, оценке их результативности и качества.
- освоение первичных умений разработки и реализации проектов, направленных на развитие образовательной организации; организации работы и контроля деятельности команды проекта; оценке рисков проектов и управления ими.

Дисциплина **«Управление проектами»** 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**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.1 Знает методы анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода; УК-1.2 Умеет осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; УК-1.3 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке

		УК-1.4 Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов, предвидя результат каждого из них; УК-1.5 Владеет способами решения поставленных задач, оценивая их достоинства и недостатки.
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Знает теоретические основы и понятийный аппарат управления проектами УК-2.2 Знает основные виды и элементы проектов. УК-2.3 Знает важнейшие принципы и методы управления проектами. УК-2.4 Умеет использовать полученные знания для разработки и управления проектами УК-2.5 Умеет использовать инструменты и методы управления проектами УК-2.6 Умеет анализировать и управлять рисками, возникающими при управлении проектами УК-2.7 Владеет специальной терминологией управления проектами.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные понятия и методы управления проектами,
- систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,
- принципы организации проектного управления

Уметь:

- разрабатывать и оформлять проектную документацию,
- применять методики оценки параметров управления в проектах,
- разрабатывать стратегию управления проектами

Владеть:

- методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;
- методами анализа путей реализации проектов;
- методами анализа рисков в проектном управлении

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,38
Лекции	0,50	18	13,50
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	11,88
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,06	38	28,62
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Введение в управление проектами.	24	12	8	12
1.1	Терминологический аппарат проектного управления	8	4	4	4
1.2	Современные системы менеджмента (ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001)	8	4	2	4
1.3	Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта	8	4	2	4
2.	Раздел 2. Области знаний управления проектами.	24	12	4	12
2.1	План управления требованиями. Создание иерархической структуры работ. Контроль содержания. Планирование управления расписанием.	8	4	2	4
2.2	Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков.	8	4	1	4
2.3	Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками. Управление качеством	8	4	1	4
3.	Раздел 3. Методология управления проектами	24	10	4	12
3.1	Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда	8	4	2	4
3.2	Управление заинтересованными сторонами проекта	8	4	1	4
3.3	Контроль вовлеченности заинтересованных сторон. Управление коммуникациями проекта.	8	2	1	4
	ИТОГО	72	18	16	38

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в управление проектами.

Мировые стандарты управления проектами. Терминологический аппарат проектного управления. Современные системы менеджмента (ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001).

Критерии успешности проекта. Программы и портфели управления проектами. Содержание стандарта ANSIPMIPMBOK GUIDE. Организационное окружение проекта. Жизненный цикл проекта. Группы процессов и области знаний PMBOK.

Управление интеграцией проекта. Разработка устава проекта. Разработка плана управления проектом. Руководство и управление исполнением проекта. Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта.

Раздел 2. Области знаний управления проектами.

Управление содержанием проекта. Планирование управления содержанием. План управления требованиями. Определение содержания. Создание иерархической структуры работ. Проверка содержания. Контроль содержания. Управление сроками проекта. Планирование управления расписанием. Определение состава операций. Определение последовательности операций. Оценка ресурсов операций. Оценка длительности операций. Разработка расписания. Контроль расписания. Управление стоимостью проекта. Планирование управления стоимостью. Стоимостная оценка. Разработка бюджета расходов. Контроль стоимости. Управление закупками проекта. Планирование закупок. Осуществление закупок. Контроль закупок. Закрытие закупок. Управление рисками проекта. Планирование управления рисками. Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков. Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками. Управление качеством. Планирование качества. Обеспечение качества. Контроль качества.

Раздел 3. Методология управления проектами

Подходы к организации работы команды (hadi-цикл, scrum). Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда. Аспекты мотивации команды. Локальная и рассредоточенная команды. Управление заинтересованными сторонами проекта. Идентификация заинтересованных сторон. Планирование управления заинтересованными сторонами проекта. Управление вовлеченностью заинтересованных сторон проекта. Контроль вовлеченности заинтересованных сторон. Управление коммуникациями проекта.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	I основные понятия и методы управления проектами;	+		+
2	I систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта;		+	
3	I принципы организации проектного управления;			+
	Уметь:		+	
4	I разрабатывать и оформлять проектную документацию;	+		
5	I применять методики оценки параметров управления в проектах;		+	
6	I разрабатывать стратегию управления проектами;			+
	Владеть:			
7	I методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;		+	
8	I методами анализа путей реализации проектов;		+	
9	I методами анализа рисков в проектном управлении;	+		+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения</i> :				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
10	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия.	УК-1.1 Знает методы анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода;		+
		УК-1.2 Умеет осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации;	+	+
		УК-1.3 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке	+	+

		УК-1.4 Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов, предвидя результат каждого из них;	+	+	+
		УК-1.5 Владеет способами решения поставленных задач, оценивая их достоинства и недостатки.		+	+
11	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Знает теоретические основы и понятийный аппарат управления проектами	+	+	+
		УК-2.2 Знает основные виды и элементы проектов.		+	+
		УК-2.3 Знает важнейшие принципы и методы управления проектами.	+		+
		УК-2.4 Умеет использовать полученные знания для разработки и управления проектами		+	
		УК-2.5 Умеет использовать инструменты и методы управления проектами	+	+	+
		УК-2.6 Умеет анализировать и управлять рисками, возникающими при управлении проектами	+	+	+
		УК-2.7 Владеет специальной терминологией управления проектами.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий по дисциплине.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачет**.

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 реферативно-аналитические работы (максимальная оценка 10 баллов), работу на практических занятиях (максимальная оценка 10 баллов), промежуточную контрольную работу (45 баллов), зачет с оценкой, (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Особенности проектного управления производством.
2. Разработка стратегии управления производством.
3. Построение системы управления производством (проектный подход).
4. Организация планирования проектного производства.
5. Управление разработкой новых промышленных продуктов.
6. Формирование производственных стратегий.
7. Проблемные области управления производством в России и за рубежом.
8. Управление операциями в сфере услуг.
9. Производственные аспекты создания новых товаров (проектный подход).
10. Применение функционально-стоимостного анализа в управлении производством (проектный аспект).
11. Управление проектами передачи производственных функций на аутсорсинг.
12. Разработка и реализация производственных стратегий малого предприятия.
13. Управление ресурсами производственных проектов.
14. MES-системы в управлении производством.
15. Управление проектами организации нового производства.
16. Системный подход в управлении проектами

17. Финансовое моделирование проекта
18. Сравнительный анализ стандартов управления проектами
19. Ценностно-ориентированное управление проектами в компании
20. Управление проектами с учетом принципов концепции устойчивого развития
21. Разработка системы стратегического управления проектами в компании
22. Модели, методы и инструменты управления портфелем проектов;
23. Управление портфелем проектов в условиях неопределенности;
24. Анализ практики управления портфелем проектов на предприятиях;
25. Управление рисками проекта, программы и портфеля проектов;
26. Построение корпоративной системы управления рисками на промышленном предприятии;
27. Управление рисками крупных международных нефтегазовых проектов;
28. Управление проектами и портфелями проектов нефтегазовых компаний.
29. Российский рынок консалтинга по управлению проектами: анализ предложения
30. Исследование бренда «управление проектами» на российском рынке: тенденции и перспективы
31. Обоснование инвестиций на внедрение корпоративной системы управления проектами в компаниях
32. Офис управления проектами: особенности, виды и модели в российских компаниях
33. Проблемы и факторы успеха внедрения корпоративной системы управления проектами в организации
34. Анализ осуществимости проекта на примере компании
35. Методы оценки инвестиционной привлекательности проектов в сфере недвижимости
36. Оценка влияния организационных рисков на успех и неудачи проекта
37. Проблемы управления стейкхолдерами в ИТ-проектах на примере российских компаний
38. План управления отношениями со стейкхолдерами проектов: проблемы и возможности
39. Основные проблемы управления стейкхолдерами в тендерах и пути их решения
40. Управление персоналом в организации и в проектах: системы и модели
41. Разработка карты компетенций менеджера проектов
42. Формирование команды проекта как фактор успеха его реализации
43. Деловая игра как метод повышения компетенций и улучшения взаимодействия участников проектных команд
44. Обзор отечественных информационных систем и программных продуктов для управления проектами
45. Применение информационных систем для управления проектами в строительных и девелоперских компаниях
46. Применение информационных систем для управления проектами в компаниях нефтегазовой отрасли
47. Применение информационных систем для управления проектами на предприятиях малого и среднего бизнеса.
48. Ключевые компетенции менеджера проекта.
49. Критерии успеха и неудач в проектах (анализ на примере отрасли).
50. История и перспективы развития управления проектами в России.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 15 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 15 вопрос, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 1.1. Что не рассматривает сфера проектного управления:

- a) Ресурсы
- b) Качество предоставляемого продукта
- c) Стоимость, Время проекта
- d) Обоснование инвестиций
- e) Риски

Вопрос 1.2. Жизненный цикл проекта – это:

- a) стадия реализации проекта
- b) стадия проектирования проекта
- c) временной промежуток между моментом обоснования инвестиций и моментом, когда они окупились
- d) временной промежуток между моментом появления, зарождения проекта и моментом его ликвидации, завершения
- e) временной промежуток между моментом получения задания от заказчика и моментом сдачи проекта заказчику

Вопрос 1.3. Управляемыми параметрами проекта не являются:

- a) объемы и виды работ
- b) стоимость, издержки, расходы по проекту
- c) временные параметры, включающие сроки, продолжительности и резервы выполнения работ и этапов проекта, а также взаимосвязи между работами
- d) ресурсы, требуемые для осуществления проекта, в том числе человеческие или трудовые, финансовые, материально-технические, а также ограничения по ресурсам
- e) качество проектных решений, применяемых ресурсов, компонентов проекта
- f) Все варианты правильны

Вопрос 1.4. Календарное планирование не включает в себя:

- a) планирование содержания проекта
- b) определение последовательности работ и построение сетевого графика
- c) планирование сроков, длительностей и логических связей работ и построение диаграммы Ганта
- d) определение потребностей в ресурсах (люди, машины, механизмы, материалы и т.д.) и расчет затрат и трудозатрат по проекту
- e) определение себестоимости продукта проекта

Вопрос 1.5. Что является основной целью сетевого планирования:

- a) Управление трудозатратами проекта
- b) Снижение до минимума времени реализации проекта
- c) Максимизация прибыли от проекта
- d) Определение последовательностей выполнения работ
- e) Моделирование структуры проекта

Вопрос 1.6. Какой тип сетевой диаграммы используется в среде MS Project:

- a) «Действие в узлах» – верный ответ
- b) Переходной тип диаграммы от «действия на стрелках» к «действию в узлах»
- c) ПЕРТ-диаграмма
- d) Диаграмма Ганта
- e) Диаграмма «Действие на стрелках»

Вопрос 1.7. Принцип «метода критического пути» заключается в:

- a) Анализе вероятностных параметров длительностей задач лежащих на критическом пути
- b) Анализе вероятностных параметров стоимостей задач
- c) Анализе расписания задач – верный ответ
- d) Анализе вероятностных параметров стоимостей задач лежащих на критическом пути
- e) Анализе длительностей задач, составляющих критический путь

Вопрос 1.8. Основная цель «метода критического пути» заключается в:

- a) Равномерном назначении ресурсов на задачи проекта
- b) Оптимизации отношения длительности проекта к его стоимости
- c) Снижении издержек проекта
- d) Минимизации востребованных ресурсов
- e) Минимизации сроков проекта – верный ответ

Вопрос 1.9. Какая работа называется критической:

- a) Длительность которой максимальна в проекте
- b) Стоимость которой максимальна в проекте
- c) Имеющая максимальный показатель отношения цены работы к ее длительности
- d) Работа с максимальными трудозатратами
- e) Работа, для которой задержка ее начала приведет к задержке срока окончания проекта в целом

Вопрос 1.10. Какое распределение имеет конечный показатель средней длительности проекта рассчитанный по методу ПЕРТ:

- a) Гауссовское
- b) Вета-распределение
- c) Пуассоновское распределение
- d) Нормальное распределение
- e) Треугольное распределение

Вопрос 1.11. Какое распределение имеет конечный показатель средней длительности проекта рассчитанный методом моделирования Монте-Карло:

- a) Гауссовское
- b) Вета-распределение
- c) Пуассоновское распределение
- d) Нормальное распределение
- e) Треугольное распределение

Вопрос 1.12. Моделирование проектов в Microsoft Project 2010 не позволяет решить следующую задачу:

- a) Рассчитать инвестиционную привлекательность проекта
- b) рассчитать бюджет проекта и распределение запланированных затрат во времени
- c) рассчитать распределение во времени потребностей проекта в основных материалах и оборудовании
- d) определить оптимальный состав ресурсов (людей и механизмов) проекта и распределение во времени их плановой загрузки и количественного состава
- e) разработать оптимальную схему финансирования работ, поставок материалов и оборудования

Вопрос 1.13. Что служит вертикальной осью диаграммы Ганта:

- a) Перечень ресурсов
- b) Длительности задач
- c) Перечень задач
- d) Длительность проекта
- e) Предшествующие задачи

Вопрос 1.14. Что служит горизонтальной осью диаграммы Ганта:

- a) Перечень ресурсов
- b) Длительности задач
- c) Перечень задач
- d) Длительность проекта
- e) Предшествующие задачи

Вопрос 1.15. Суммарная задача состоит из:

- a) Нескольких ресурсов
- b) Нескольких вех
- c) Нескольких вариантов
- d) Нескольких затрат
- e) Нескольких задач

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 2.1. Какое представление отсутствует в MS Project:

- a) Диаграмма Ганта
- b) Использование Ресурсов
- c) Использование задач
- d) Сетевой график
- e) Сеть ПЕРТ

Вопрос 2.2. Какое представление является основным в MS Project:

- a) Диаграмма Ганта – верный ответ
- b) Использование Ресурсов
- c) Использование задач
- d) Сетевой график
- e) Сеть ПЕРТ

Вопрос 2.3. К каким методам сводиться структуризация проекта:

- a) Горизонтальное и вертикальное планирование
- b) Горизонтальное планирование и планирование «сверху-вниз»
- c) Вертикальное планирование и планирование «снизу-вверх»
- d) Вертикальное планирование и планирование «сверху-вниз»
- e) Планирование «сверху-вниз» и «снизу-вверх» - верный ответ
- f) Планирование «сверху-вниз», «снизу-вверх», горизонтальное и вертикальное планирование

Вопрос 2.4. Структурное планирование не включает в себя следующие этапы:

- a) разбиение проекта на совокупность отдельных работ, выполнение которых необходимо для реализации проекта
- b) структуризация последовательности работ
- c) оценка временных характеристик работ

- d) оценка длительностей работ
- e) назначение ресурсов на задачи

Вопрос 2.5. Какие типы связей между задачами невозможны в MS Project:

- a) Начало-окончание
- b) Окончание-Начало
- c) Начало-начало
- d) Окончание-окончание
- e) все ответы неправильны

Вопрос 2.6. Что не является ограничением для планируемых задач:

- a) Окончание не ранее заданной даты
- b) Начало не ранее заданной даты
- c) Фиксированная длительность
- d) Фиксированное начало
- e) Как можно раньше

Вопрос 2.7. Длительность суммарной задачи вычисляется (определяется):

- a) Исходя из параметров назначений и трудозатрат на задачи входящие в суммарную задачу
- b) Исходя из параметров назначений и длительности задач входящих в суммарную задачу
- c) Исходя из параметров длительности ее подзадач
- d) Директивно
- e) Приблизленно, по методу экспертных оценок

Вопрос 2.8. Трудовые ресурсы не включают:

- a) Людей
- b) Издержки
- c) Машин
- d) Оборудование

Вопрос 2.9. Какой параметр не описывает трудовые ресурсы:

- a) Издержки- верный ответ
- b) Стандартная ставка
- c) Ставка сверхурочных
- d) Затраты на использование

Вопрос 2.10. Максимальное количество единиц доступности устанавливает:

- a) максимальное количество рабочих, доступных для выполнения работ в данном проекте
- b) максимальный процент рабочего времени, которое ресурс может ежедневно выделять для выполнения работ данного проекта

Вопрос 2.11. Материальные ресурсы позволяют моделировать:

- a) Потребность в материалах и затраты на них
- b) Оплату заказчиков
- c) Оплату работ по проекту

Вопрос 2.12. Предназначение затратного ресурса:

- a) Рассчитать затраты по проекту
- b) Связать определенный тип затрат с одной или несколькими задачами
- c) Рассчитать затраты на трудовые ресурсы

Вопрос 2.13. Назначения в MS Project это:

- a) связь конкретной задачи с ее длительностью
- b) связь конкретной задачи с ресурсами, выделенными для ее выполнения
- c) связь между задачами проекта
- d) связь между вехами проекта
- e) связь конкретной вехи с ресурсами, выделенными для ее выполнения

Вопрос 2.14. Трудозатраты рассчитываются по формуле:

- a) Трудозатраты = Длительность / Единицы назначений
- b) Трудозатраты = (Длительность)² × Единицы назначений
- c) Трудозатраты = Длительность × Единицы назначений

Вопрос 2.15. Для задач с фиксированным объемом ресурсов не справедливо:

- a) При изменении трудозатрат пересчитывается длительность, но объем ресурсов не меняется
- b) При изменении трудозатрат и длительности одновременно, объем ресурсов не меняется
- c) При изменении длительности пересчитываются трудозатраты, но объем ресурсов не меняется

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.

Вопрос 3.1. Основными составляющими процесса управления риском не является:

- a) Выявление источников риска;
- b) Анализ и оценка риска;
- c) Определение реакции на риск;
- d) Планирование расходов в чрезвычайных обстоятельствах;
- e) Создание резервов на случай чрезвычайных обстоятельств
- f) Сетевое планирование

Вопрос 3.2. Что не является вариантом реакции на риск:

- a) Снижение или сохранение риска
- b) Переадресация риска
- c) Структура разбиения работ по этапам
- d) Участие в рисках

Вопрос 3.3. Сокращение времени работы над проектом достигается:

- a) сокращением одного или большего количества действий (операций) на критическом пути
- b) сокращением одного или большего количества произвольных действий (операций) проекта
- c) сокращением одного или большего количества действий (операций) на некритическом пути

Вопрос 3.4. Величина и количество резервов на случай непредвиденных обстоятельств не зависят от:

- a) "новизны" проекта
- b) неточности в оценках времени и затрат
- c) технических проблем
- d) размера бюджета проекта
- e) небольших изменений в масштабе
- f) непредвиденных проблем

Вопрос 3.5. Зависят ли резервы управления от сметных резервов:

- a) Да
- b) Нет
- c) Зависят, но при определенных обстоятельствах

Вопрос 3.6. Какие риски не являются проектными:

- a) Риски расписания
- b) Бюджетные риски
- c) Ресурсные риски
- d) Операционные риски

Вопрос 3.7. После какого назначения происходит вычисление затрат в MS Project:

- a) После каждого
- b) После последнего
- c) После первого
- d) Выбирается в ручном режиме

Вопрос 3.8. Для назначения материальных ресурсов необходимо ввести:

- a) Только общее количество материального ресурса, необходимого для задачи в целом
- b) Только скорость его потребления в заданный временной интервал
- c) Общее количество материального ресурса, необходимого для задачи в целом и скорость его потребления в заданный временной интервал
- d) Общее количество материального ресурса, необходимого для задачи в целом или скорость его потребления в заданный временной интервал

Вопрос 3.9. Базовый план образуется:

- a) Самостоятельно
- b) Из фактического плана
- c) Текущего плана
- d) Как разность между фактическим и текущим планом

Вопрос 3.10. Для устранения нарушения срыва директивных сроков не подходит:

- a) Пересмотреть длительности и/или назначения ресурсов на задачах
- b) Пересмотреть характеристики суммарных задач / этапов
- c) Пересмотреть директивные сроки – верный ответ

Вопрос 3.11. Microsoft Project 2010 определяет некритический путь, как:

- a) Совокупность 100% выполненных задач и задач, имеющих резервы по времени
- b) Совокупность 100% выполненных задач
- c) Задач, имеющих резервы по времени

Вопрос 3.12. В колонке «Отклонение» (при выборе представления «Диаграмма Ганта» и таблицы «Затраты»)

отображается значение разницы затрат между колонками:

- a) «Фиксированные затраты» и «Базовые затраты»
- b) «Затраты» и «Базовые затраты»
- c) «Фиксированные затраты» и «Затраты»

Вопрос 3.13. Перегруженные ресурсы в MS Project:

- a) Выделяются красным цветом и индикатором красный человек
- b) Не выделяются

Вопрос 3.14. Ресурсное выравнивание доступно для ресурсов:

- a) Издержек
- b) Материальных
- c) Трудовых

Вопрос 3.15. Специально, для ресурсного выравнивания служит представление:

- a) Сетевой график
- b) Форма задач
- c) Форма ресурсов
- d) Планировщик групп

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – Зачет)

- 1 Области применения и преимущества проектного управления?
- 2 Какие основные концепции УП?
- 3 Стандарты в области управления проектами (УП), возможность их применения в российских условиях.
- 4 Основные типы организационных структур: функциональная, матричная, проектная; их сходства и отличия.
- 5 Основные роли участников проектов. Разделение ответственности и полномочий: заказчик, спонсор, руководитель проекта, участник проекта.
- 6 Управление структурами проектов.
- 7 Проектный офис, управляющие комитеты, менеджер проекта.
- 8 Принципы корпоративной методологии и информационной системы управления проектами в компании.
- 9 Какие процессы относятся к инициации и управлению рисками в инновационных проектах и программах?
- 10 Постановки целей проекта для создания нового бизнеса?
- 11 Разделы Устава проекта; Разделы бизнес-плана проекта.
- 12 Назначение менеджера проекта, управление персоналом и взаимодействиями в комплексных проектах
- 13 Структура проекта, назначение ключевых ролей, планирование взаимодействия и коммуникаций.
- 14 Декомпозиция целей, построение иерархической структуры работ.
- 15 Разработка расписания, построение сетевой диаграммы и диаграммы Ганта.
- 16 Планирование ресурсов, разработка бюджета проекта.
- 17 Управление рисками и создание планов реагирования проекта.
- 18 Как определяется последовательность шагов процедуры планирования проекта?
- 19 Какие аспекты организации коммуникации внутри проекта обеспечивают эффективное распределение информации?
- 20 Контрактное и административное завершение.
- 21 Обсуждение результатов, извлеченные уроки и архив проекта.
- 22 Что такое РМВОК? Представьте системную модель управления проектами.
- 23 Критерии качества проекта.
- 24 Как определить удовлетворяет ли проект ожиданиям заказчика и как необходимо реагировать, если у заказчика изменились ожидания?
- 25 Как должно осуществляться планирование ресурсов по проекту?
- 26 Что включает в себя контроль стоимости?
- 27 Перечислите факторы, вызывающие изменения базового плана. Необходимо ли согласование изменений с участниками проекта?
- 28 Какая отчетная информация необходима для эффективных коммуникаций по проекту?

- 29 Что такое базовый стоимостной план проекта? Как он формируется?
- 30 Чем отличаются функции управления от областей знания?
- 31 Планирование расходов и контроль расходов базируются на одной и той же предметной области?
- 32 Какие процессы включает в себя управление качеством проекта?
- 33 Как определить, что проект удовлетворяет требованиям, ради которых он был предпринят?
- 34 Выбор организационной формы управления.
- 35 Исполнение и контроль проекта.
- 36 Цели и содержание процесса контроля проекта.
- 37 Отслеживание фактического выполнения работ.
- 38 Измерение прогресса и анализ результатов.
- 39 Корректирующие действия.
- 40 Управление изменениями.
- 41 Управление коммуникациями проекта.
42. Какими показателями характеризуется эффективность проекта?
43. По каким критериям может быть измерена степень риска?
44. Назовите основные методы диагностики и анализа состояния работ по проекту.
45. На какие вопросы отвечает метод освоенного объема?
46. Какие методы и средства используются при планировании для оценки и учета.
47. Назовите основные (базовые) показатели метода освоенного объема.
48. Перечислите расчетные показатели метода освоенного объема
49. Для чего применяют корректирующие действия при реализации проекта?
50. Какие процессы включены в цикл контроля проектных изменений?
51. Что понимается под управлением конфигурацией проекта?
52. Какие виды деятельности включает в себя завершение проекта?
53. Перечислите основные этапы закрытия проекта.
54. Перечислите формы выхода из проекта.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основы проектного управления : учебное пособие для вузов / Э. М. Эльдаров, М. Х. Рабаданов, Н. Г. Гаджиев, С. А. Коноваленко. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 256 с. — ISBN 978-5-507-51491-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/450896> (дата обращения: 29.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ташкинов, А. Г. Управление проектами и изменениями при цифровой трансформации предприятия : учебное пособие для вузов / А. Г. Ташкинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 196 с. — ISBN 978-5-507-53387-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/485126> (дата обращения: 29.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б. Дополнительная литература:

1. Хамидулин, В. С. Основы проектной деятельности: расширенный курс : учебник для вузов / В. С. Хамидулин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 240 с. — ISBN 978-5-507-50052-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/409478> (дата обращения: 29.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Управление проектами : Учебник для вузов / В. Н. Островская, Г. В. Воронцова, О. Н. Момотова [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-9172-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187775> (дата обращения: 29.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Нормативная литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации, ч. 1, 2, 3, 4 с изменениями.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации с изменениями.
3. Земельный кодекс Российской Федерации с изменениями.
4. Налоговый кодекс, ч. 1, 2 с изменениями.
5. Федеральный закон от 25.02.1999 № 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений».
6. Положение о технологических регламентах производства продукции на предприятиях химического комплекса / утв. Минэкономразвития РФ 06.05.2000 согл. Госгортехнадзором № 02–35/234 от 28.04.2000.

9.2. Рекомендуемые источники научной информации

- Журнал «Управление проектами». ISSN:1814-2133
- журнал «Управление проектами и программами». ISSN 2075-1214
- Журнал «Инновации и инвестиции» ISSN: 2307-180X.
- Журнал «Экономика и управление». ISSN: 1998-1627.
- <http://www.ecsocman.edu.ru>
- <http://www.eup.ru>
- <http://www.buhgalteria.ru>
- <http://www.business-ethics.com>
- <http://www.worldeconomy.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8;
- банк контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число контрольных заданий – 30);
- банк контрольных заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 30).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) могут применяться следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- 1 ЕИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- 1 платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- 1 платформы для проведения онлайн конференций
- 1 учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- 1 сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться платформы для проведения онлайн конференций и отдельные специализированные модули LMS.

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 г. 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 «*Антикризисное управление*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (моноблоки, 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:

Комплекты иллюстрационных материалов к разделам лекционного курса.

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

Персональные компьютеры (моноблоки), укомплектованные программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде, кафедральные библиотеки электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

No п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINDOWS 8.1 ProfessionalGetGe nuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
2	Microsoft Office Standard 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 обновлённую версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99- 155ЭА-223/2024	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт от 13.04.2025 № 13-143К/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 в управление проектами.	<i>Знает:</i> — основные понятия и методы управления проектами, — систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта, — принципы организации проектного управления <i>Умеет:</i> — разрабатывать и оформлять проектную документацию, — применять методики оценки параметров управления в проектах, — разрабатывать стратегию управления проектами <i>Владеет:</i> — методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами; — методами анализа путей реализации проектов; — методами анализа рисков в проектном управлении	Оценка за контрольную работу в форме опроса Оценка за контрольный работу в форме теста Оценка за зачет
Раздел 2. Области знаний управления проектами.	<i>Знает:</i> — основные понятия и методы управления проектами, — систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта, — принципы организации проектного управления <i>Умеет:</i> — разрабатывать и оформлять проектную документацию, — применять методики оценки параметров управления в проектах, — разрабатывать стратегию управления проектами <i>Владеет:</i> — методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами; — методами анализа путей реализации проектов; — методами анализа рисков в проектном управлении	Оценка за контрольную работу в форме опроса Оценка за контрольный работу в форме теста Оценка за зачет

Раздел 3. Методология управления проектами	<i>Знает:</i> — основные понятия и методы управления проектами, — систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта, — принципы организации проектного управления <i>Умеет:</i> — разрабатывать и оформлять проектную документацию, — применять методики оценки параметров управления в проектах, — разрабатывать стратегию управления проектами <i>Владеет:</i> — методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами; — методами анализа путей реализации проектов; — методами анализа рисков в проектном управлении	Оценка за контрольную работу в форме опроса Оценка за контрольную работу в форме теста Оценка за зачет

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
«Управление проектами»**

основной образовательной программы

18.04.01 Химическая технология

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Технология неорганических веществ, сорбентов и катализаторов для их производства»

наименование ООП

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.