

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Адсорбция в технологии неорганических веществ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« 25 » мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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  

---

«04» апреля 2022 г., протокол № 14

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и 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 **«Адсорбция в технологии неорганических веществ»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, «Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по базовым дисциплинам рабочего учебного плана естественно-научного цикла, таких как «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Коллоидная химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», «Инструментальные методы физико-химического анализа в технологии неорганических веществ» и других.

**Цель дисциплины** состоит в приобретении обучающимися знаний и формировании компетенций в области адсорбционных технологий по профилю технологии неорганических веществ.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов базовых знаний и основных понятий теории адсорбции;
- получение необходимых знаний о принципах использования адсорбционных явлений в современных технологиях и современных подходах к оценке эффективности технологии;
- формирование у обучающихся представления об особенностях технологии адсорбционных процессов, связанных с применяемыми способами регенерации адсорбентов;
- получение необходимых знаний о методах расчета адсорбционных установок на примерах типовых процессов;
- получение представлений о перспективах развития рынка адсорбентов и адсорбционных технологий.

Дисциплина **«Адсорбция в технологии неорганических веществ»** преподается в 6-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:**

**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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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 современные подходы к научному исследованию	26.006 Специалист по разработке
			ПК-4.2. Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада.	наноструктурированных композиционных материалов. А. Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов В. Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов. 40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам. А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.

		ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов.	<p>ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов.</p> <p>ПК-5.3. Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов.</p>	<p>40.117. Специалист по экологической безопасности.</p> <p>В. Разработка в организации мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности и документальное оформление отчетности в соответствии с установленными требованиями.</p>
		ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами.	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов.	<p>40.136. Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов.</p> <p>А. Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов.</p> <p>(уровень квалификации – 6).</p>

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

**Знать:**

- основные понятия в теории адсорбции и свойства адсорбционных систем;
- типы промышленных адсорбентов;
- особенности массо- и теплопереноса при адсорбции и десорбции;
- классификацию адсорбционных процессов по способам регенерации адсорбентов;
- основные принципы организации адсорбционных процессов на примерах получения неорганических продуктов;
- основные технологические и аппаратурные особенности процессов.

**Уметь:**

- находить взаимосвязь между природой системы адсорбтив-адсорбент и процессами, которые могут в ней протекать; правильно сформулировать задачу при постановке адсорбционных исследований и разработать путь ее решения;
- подобрать адсорбенты для конкретных процессов;
- составить и рассчитать материальный и тепловой балансы процесса, исходя из заданных условий;
- составить принципиальную схему и провести технологический расчет адсорбционной установки.
- проводить эксперименты по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов.

**Владеть:**

- методами получения и обработки экспериментальных данных по адсорбционным системам;
- методами анализа результатов определения термодинамических характеристик адсорбционных систем;
- методами расчета и организации адсорбционных процессов;
- сведениями об особенностях адсорбционных технологий и оборудования.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч	Астр. ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,3</b>	<b>48,4</b>	<b>35,1</b>
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	10,8
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>59,6</b>	<b>45,9</b>
Контактная самостоятельная работа ( <i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i> )	1,7	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,2	45,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 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
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Физико-химические и инженерные основы адсорбционных процессов получения неорганических веществ</b>	<b>58</b>	-	<b>18</b>	-	<b>10</b>	-	-	-	<b>30</b>
1.1	Введение. Основные понятия в теории адсорбции.	8	-	2	-	-	-	-	-	6
1.2	Краткие сведения о промышленных адсорбентах.	12	-	4	-	2	-	-	-	6
1.3	Адсорбционное равновесие.	10	-	2	-	2	-	-	-	6
1.4	Кинетика адсорбции.	10	-	2	-	2	-	-	-	6
1.5	Массообмен в адсорбционных процессах. Модели динамики адсорбции: фронтальная изотермическая равновесная и фронтальная изотермическая неравновесная модели адсорбции.	14	-	4	-	4	-	-	-	6
	<b>Раздел 2. Технология адсорбционных процессов</b>	<b>49,6</b>	-	<b>14</b>	-	<b>6</b>	-	-	-	<b>29,6</b>

2.1	Методы реактивации и регенерации адсорбентов. Классификация адсорбционных процессов по способам регенерации. Процессы с однократным использованием адсорбента.	8	-	2	-	-	-	-	-	6
2.2.	Процессы с реактивацией адсорбента. Применение активированных углей в процессе водоподготовки.	8	-	2	-	-	-	-	-	6
2.3.	Циклические процессы, принципы построения циклограмм, организация процессов, подбор адсорбентов, примеры использования. Дезактивация адсорбентов, ее причины и возможности их устранения.	12	-	2	-	2	-	-	-	8
2.4.	Процессы осушки газов с термической регенерацией адсорбента. Принципиальная схема, технология процесса, адсорбенты-осушители, конструктивные особенности основного оборудования.	10		2	-	4	-	-	-	4



2.5	Короткоцикловые процессы с безнагревной регенерацией адсорбента (КЦА). Осушка газов. Адсорбционное разделение воздуха. Получение кислорода методом КЦА. Получение азота методом КЦА Основные технологические и аппаратурные особенности процессов.	11,6	-	4	-	2	-	-	-	5,6
	<b>ИТОГО</b>	<b>107,6</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>59,6</b>

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1.** Физико-химические и инженерные основы адсорбционных процессов получения неорганических веществ.

1.1. Введение. Основные понятия в теории адсорбции.

1.2. Краткие сведения о промышленных адсорбентах.

1.3. Адсорбционное равновесие.

1.4. Кинетика адсорбции.

1.5. Массообмен в адсорбционных процессах. Модели динамики адсорбции: фронтальная изотермическая равновесная и фронтальная изотермическая неравновесная модели адсорбции. Расчет высоты слоя адсорбента в аппарате с использованием уравнений фронтальной изотермической неравновесной модели адсорбции.

**Раздел 2.** Технология адсорбционных процессов.

2.1. Методы реактивации и регенерации адсорбентов. Классификация адсорбционных процессов по способам регенерации. Процессы с однократным использованием адсорбента.

2.2. Процессы с реактивацией адсорбента. Применение активированных углей в процессе водоподготовки.

2.3. Циклические процессы, принципы построения циклограмм, организация процессов, подбор адсорбентов, примеры использования. Дезактивация адсорбентов, ее причины и возможности их устранения.

2.4. Процессы осушки газов с термической регенерацией адсорбента. Принципиальная схема, технология процесса, адсорбенты-осушители, конструктивные особенности основного оборудования.

2.5. Короткоцикловые процессы с безнагревной регенерацией адсорбента (КЦА). Осушка газов. Адсорбционное разделение воздуха. Основные технологические и аппаратурные особенности процессов.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	<b>Знать:</b>		
1	- основные понятия в теории адсорбции и свойства адсорбционных систем; - типы промышленных адсорбентов	1	-
2	- особенности массо- и теплопереноса при адсорбции и десорбции; - классификацию адсорбционных процессов по способам регенерации адсорбентов;	1	2
3	- основные принципы организации адсорбционных процессов на примерах получения неорганических продуктов; - основные технологические и аппаратные особенности процессов.	-	2
	<b>Уметь:</b>		
3	– находить взаимосвязь между природой системы адсорбтив-адсорбент и процессами, которые могут в ней протекать; - правильно сформулировать задачу при постановке адсорбционных исследований и разработать путь ее решения;	1	-
4	– подобрать адсорбенты для конкретных процессов; – составить и рассчитать материальный и тепловой балансы процесса, исходя из заданных условий;	1	-
5	– составить принципиальную схему и провести технологический расчет адсорбционной установки. – проводить эксперименты по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов.	1	2
	<b>Владеть:</b>		
5	- методами получения и обработки экспериментальных данных по адсорбционным системам; – методами анализа результатов определения термодинамических характеристик адсорбционных систем;	1	2
6	– методами расчета и организации адсорбционных процессов; – сведениями об особенностях адсорбционных технологий и оборудования.	1	2

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие *компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)*

	<b>Код и наименование УК (перечень из п.2)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК (перечень из п.2)</b>	1	2		
7	– ...	–				
8	– ...	–				
	<b>Код и наименование ОПК (перечень из п.2)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК (перечень из п.2)</b>				
9	– ...	–				
10	–	–				
	<b>Код и наименование ПК (перечень из п.2)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)</b>				
11	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 современные подходы к научному исследованию – ПК-4.2. Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада.	1	2		
12	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	– ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов. – ПК-5.3. Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов.	1	1		

13	ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами.	– ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов.	-	2		
----	--	---	---	---	--	--

## 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 параметров пористой структуры адсорбентов и величины адсорбции по уравнениям ТОЗМ.	2
2	1	Расчет общего коэффициента массопередачи при адсорбции паров воды на цеолитах.	2
3	1	Определение продолжительности работы зернистого слоя в условиях применимости равновесной и неравновесной изотермических моделей динамики адсорбции. Применение уравнений ЖЗТ для расчета высоты слоя адсорбента в аппарате.	4
4	2	Расчет установки осушки метана на цеолитах с проведением термопродувочной регенерации слоя. Расчет материального баланса и тепловых балансов процесса на стадиях десорбции и охлаждения зернистого слоя.	4
5	2	Расчет установок короткоциклового безнагревной адсорбции. Расчет и анализ материального баланса, продолжительности цикла, построение циклограмм, обсуждение схем процесса, особенностей кинетики и динамики.	2

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Адсорбция в технологии неорганических веществ*» 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 **вид контроля из УП** (6 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 двух контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов за каждую) 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 две контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы в семестре составляет 30 баллов за каждую.

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

#### **Примеры вопросов**

1. Силы, обуславливающие адсорбцию.
2. Назовите составляющие общей энергии взаимодействия при адсорбции
3. Распределение сил над плоской поверхностью и в микропорах адсорбента.
4. Виды пор в адсорбентах.
5. Механизмы адсорбции в микро-, мезо- и макропорах.
6. Молекулярно-ситовой эффект. Какие адсорбенты обладают этими свойствами? Приведите примеры.
7. Адсорбционное равновесие. Основные концепции, описывающие равновесие на поверхности и в микропорах адсорбентов
8. Изотермы, изобары и изостеры адсорбции. Связь теплоты адсорбции и изостеры адсорбции.
9. Методы измерения изотерм адсорбции.
10. Тип изотермы адсорбции паров воды на активированных углях. Опишите механизм взаимодействия.
11. Основные уравнения, описывающие равновесие при адсорбции.
12. Теория объемного заполнения микропор: основные положения, возможности и ограничения при использовании для расчета адсорбционного равновесия
13. Структура, химия поверхности и адсорбционные свойства активных углей
14. Структура, характер поверхности и адсорбционные свойства силикагелей
15. Структура, характер поверхности и адсорбционные свойства активного оксида алюминия
16. Структура цеолитов и их адсорбционные свойства. Молекулярно-ситовые свойства, ионообменные свойства. Первичные и вторичные поры в цеолитовых адсорбентах.
17. Основные уравнения для внешнедиффузионной кинетики. Коэффициент внешней массоотдачи.
18. Виды переноса внутри гранул адсорбентов. Коэффициент внутренней массоотдачи по Глюкауфу.
19. Продольно-диффузионный массоперенос. Расчет эффективного коэффициента продольной массоотдачи по Годесу-Биксону.
20. Уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений.
21. Фронтальная динамика изотермической равновесной адсорбции (десорбции): уравнения Вильсона и Викке. Иллюстрируйте примерами для изотерм разного вида.

22. Изменения конфигурации адсорбционных фронтов при различных направлениях движения потока и различных начальных распределениях адсорбата в слое в случае реализации режима фронтальной динамики изотермической равновесной адсорбции.

23. Квазистационарный перенос адсорбционного фронта. Уравнение Шилова.

24. Фронтальная динамика изотермической неравновесной адсорбции. Уравнения ЖЗТ.

25. Сравнительные характеристики равновесных и неравновесных моделей фронтальной изотермической адсорбции.

### Примеры задач

1. Назовите составляющие общей энергии при адсорбции азота на цеолите NaX. Молекула азота обладает квадрупольным моментом.

2. Рассчитать величину адсорбции паров бензола на активном угле при его концентрации в потоке газа-носителя  $C_0 = 2 \text{ г/м}^3$  при  $30^\circ\text{C}$ . Плотность бензола составляет  $0,87 \text{ г/см}^3$ , а давление насыщенного пара  $p_s = 15,7 \text{ кПа}$ . Предельный объем микропор в адсорбенте  $0,42 \text{ см}^3/\text{г}$ ,  $E_0 = 20,8$  (для стандартного пара азота). Коэффициент аффинности бензола  $\beta = 3,05$ .

3. Коэффициент диффузии в гранулах адсорбента диаметром  $0,5 \text{ мм}$  составляет  $0,02 \text{ см}^2/\text{с}$ . Найдите кажущийся коэффициент внутренней массоотдачи по Глюкауфу.

4. Осушку водорода осуществляют, пропуская его через слой силикагеля со скоростью  $5 \text{ м/мин}$ . Равновесная емкость адсорбента по парам воды в условиях осушки составляет  $20 \text{ г/100 г}$ , концентрация воды в потоке  $6 \text{ г/м}^3$ . Рассчитайте скорость движения квазистационарного адсорбционного фронта и ПВс. Насыпная плотность силикагеля равна  $0,6 \text{ г/см}^3$ .

5. Определить время защитного действия слоя адсорбента высотой  $4 \text{ м}$  при фиктивной скорости газового потока  $w_{\phi} = 0,1 \text{ м/с}$ . Начальная концентрация примеси  $C_0 = 30,5 \text{ г/м}^3$ , проскоковая концентрация  $3 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$ . Равновесная емкость слоя адсорбента  $a_0 = 103 \text{ кг/м}^3$ . Общий коэффициент массопереноса на единицу объема слоя  $\beta_0 = 0,25 \text{ с}^{-1}$ . Адсорбент работает в области насыщения на изотерме адсорбции.

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

1. Классификация адсорбционных процессов по назначению.
2. Классификация адсорбционных процессов по способу контакта адсорбционного слоя и очищаемого потока.
3. Методы регенерации адсорбентов. Достоинства и недостатки каждого из методов.
4. Классификация адсорбционных процессов по методам регенерации адсорбентов.
5. Области и условия применения адсорбционных процессов с однократно используемым адсорбентом
6. Типы процессов с многократным использованием адсорбента.
7. Дайте определения регенерации и реактивации. Назовите разграничения между ними по значению ПВс.
8. Водоподготовка с использованием активированных углей. Конструкции адсорберов. Реактивация активных углей.
9. Термическая регенерация адсорбента. Достоинства и недостатки метода.
10. Снижение давления в системе, как метод регенерации адсорбента. Достоинства и недостатки метода.
11. Вытеснительная десорбция, как метод регенерации адсорбента. В каких случаях целесообразно использование этого метода регенерации адсорбента?
12. Изотермическая продувка в качестве метода регенерации. Достоинства и недостатки метода.
13. Приведите примеры процессов с реактивацией адсорбента.



14. Непрерывные и периодические процессы. Приведите примеры непрерывных и периодических адсорбционных процессов.
15. Типы циклических адсорбционных процессов. Понятие о циклограммах.
16. Циклограмма адсорбционного процесса осушки газов с нагревной регенерацией адсорбента.
17. Циклограмма адсорбционного процесса осушки газов с безнагревной регенерацией адсорбента.
18. Почему процессы адсорбционной очистки газов с противоточной регенерацией адсорбентов используют чаще, чем процессы с прямоточной регенерацией?
19. Основные стадии циклических процессов, проводимых с применением тепла для регенерации адсорбентов.
20. Варианты организации термопродувочной регенерации адсорбента.
21. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов с регенерацией адсорбента прямым вводом тепла теплоносителем – газом.
22. Области применения процессов с термопродувочной регенерацией.
23. Дезактивация и старение адсорбентов. Причины дезактивации и возможности их устранения.
24. Углеродные адсорбенты: области применения в технологии неорганических веществ.
25. Применение силикагелей в технологии неорганических веществ.
26. Активный оксид алюминия и алюмогели. Достоинства и недостатки адсорбентов. Приведите примеры использования.
27. Природные и синтетические цеолиты, как адсорбенты в неорганической технологии. Приведите примеры использования.
28. Абсолютное и относительное влагосодержание газов: определения и единицы измерения.
29. Адсорбенты, применяемые в процессах осушки газов.
30. Технологические свойства промышленных адсорбентов-осушителей.
31. Изменения концентрации газа и активности адсорбента в начальной стадии процесса осушки (процесс с термопродувочной регенерацией адсорбента). Имитация циклов процесса по изотерме адсорбции.
32. Степень осушки. От чего зависит степень осушки газа в процессе TSA?
33. Основные конструкции адсорберов для процессов осушки газов
34. Циклограмма и схема двухадсорберной установки осушки газов с термопродувочной регенерацией.
35. Циклограмма и варианты схем трехадсорберной установки осушки газов с термопродувочной регенерацией. Достоинства и недостатки каждого варианта схемы.
36. Область применения процессов с термопродувочной регенерацией адсорбента.
37. Конструкция адсорберов в процессах с термопродувочной регенерацией адсорбента.
38. Блок подготовки газа к осушке: назначение блока, организация, основное оборудование.
39. Назначение схем с закрытым циклом регенерации.
40. Принципиальная схема двухадсорберного процесса осушки воздуха с нагревной регенерацией адсорбента.
41. Расчет установки осушки природного газа. Структура тепловых балансов.
42. Старение и дезактивация адсорбентов в процессах осушки с нагревной регенерацией.
43. Условия осуществимости процессов с безнагревной регенерацией адсорбента.
44. Циклограмма адсорбционного процесса осушки воздуха с безнагревной регенерацией адсорбента.
45. Циклограмма и схема безнагревной установки осушки воздуха по Скарстрому.

46. Распределения концентраций адсорбата в безнагревном процессе осушки газа по Скарстрому.
47. Адсорбционное разделение воздуха. Применяемые адсорбенты.
48. Получение кислорода методом КЦА: циклограмма и схема.
49. Получение азота путем разделения воздуха методом КЦА.
50. Основные технологические и аппаратурные особенности процессов адсорбционного разделения воздуха.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

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

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

1. Силы, обуславливающие адсорбцию.
2. Назовите составляющие общей энергии взаимодействия при адсорбции
3. Распределение сил над плоской поверхностью и в порах адсорбента.
4. Виды пор в адсорбентах.
5. Механизмы адсорбции в микро-, мезо- и макропорах.
6. Молекулярно-ситовой эффект. Какие адсорбенты обладают этими свойствами? Приведите примеры.
7. Адсорбционное равновесие. Основные концепции, описывающие равновесие на поверхности и в микропорах адсорбентов
8. Изотермы, изобары и изостеры адсорбции. Связь теплоты адсорбции и изостеры адсорбции.
9. Методы измерения изотерм адсорбции.
10. Тип изотермы адсорбции паров воды на активированных углях. Опишите механизм взаимодействия.
11. Основные уравнения, описывающие равновесие при адсорбции.
12. Структура, химия поверхности и адсорбционные свойства активных углей
13. Структура, характер поверхности и адсорбционные свойства силикагелей
14. Структура, характер поверхности и адсорбционные свойства активного оксида алюминия
15. Структура цеолитов и их адсорбционные свойства. Молекулярно-ситовые свойства, ионообменные свойства. Первичные и вторичные поры.
16. Основные уравнения для внешне-диффузионной кинетики. Коэффициент внешней массоотдачи.
17. Виды переноса внутри гранул адсорбентов. Коэффициент внутренней массоотдачи по Глюкауфу.
18. Продольно-диффузионный массоперенос. Расчет эффективного коэффициента продольной массоотдачи по Годесу-Биксону.
19. Уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений.
20. Фронтальная динамика изотермической равновесной адсорбции (десорбции): уравнения Вильсона и Викке. Иллюстрируйте примерами для изотерм разного вида.
21. Изменения конфигурации адсорбционных фронтов при различных направлениях движения потока и различных начальных распределениях адсорбата в слое в случае реализации режима фронтальной динамики изотермической равновесной адсорбции.
22. Квазистационарный перенос адсорбционного фронта. Уравнение Шилова.

23. Фронтальная динамика изотермической неравновесной адсорбции: уравнения ЖЗТ.
24. Сравнительные характеристики равновесных и неравновесных моделей фронтальной изотермической адсорбции.
25. Классификация адсорбционных процессов по назначению.
26. Классификация адсорбционных процессов по способу контакта адсорбционного слоя и очищаемого потока.
27. Методы регенерации адсорбентов. Достоинства и недостатки каждого из методов.
28. Классификация адсорбционных процессов по методам регенерации адсорбентов.
29. Области и условия применения адсорбционных процессов с однократно используемым адсорбентом
30. Типы процессов с многократным использованием адсорбента.
31. Дайте определения регенерации и реактивации. Назовите разграничения между ними по значению ПВс.
32. Водоподготовка с использованием активированных углей. Конструкции адсорберов. Реактивация активных углей.
33. Термическая регенерация адсорбента. Достоинства и недостатки метода.
34. Снижение давления в системе, как метод регенерации адсорбента. Достоинства и недостатки метода.
35. Вытеснительная десорбция, как метод регенерации адсорбента. В каких случаях целесообразно использование этого метода регенерации адсорбента?
36. Изотермическая продувка в качестве метода регенерации. Достоинства и недостатки метода.
37. Приведите примеры процессов с реактивацией адсорбента.
38. Непрерывные и периодические процессы. Приведите примеры непрерывных и периодических адсорбционных процессов.
39. Типы циклических адсорбционных процессов. Понятие о циклограммах.
40. Циклограмма адсорбционного процесса осушки газов с нагревной регенерацией адсорбента.
41. Циклограмма адсорбционного процесса осушки газов с безнагревной регенерацией адсорбента.
42. Почему процессы адсорбционной очистки газов с противоточной регенерацией адсорбентов используют чаще, чем процессы с прямоточной регенерацией?
43. Основные стадии циклических процессов, проводимых с применением тепла для регенерации адсорбентов.
44. Варианты организации термопродувочной регенерации адсорбента.
45. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов с регенерацией адсорбента прямым вводом тепла теплоносителем – газом
46. Области применения процессов с термопродувочной регенерацией.
47. Дезактивация и старение адсорбентов. Причины дезактивации и возможности их устранения.
48. Углеродные адсорбенты: области применения в технологии неорганических веществ.
49. Применение силикагелей в технологии неорганических веществ.
50. Активный оксид алюминия и алюмогели. Достоинства и недостатки адсорбентов. Приведите примеры использования.
51. Природные и синтетические цеолиты, как адсорбенты в неорганической технологии. Приведите примеры использования.
52. Абсолютное и относительное влагосодержание газов: определения и единицы измерения.
53. Адсорбенты, применяемые в процессах осушки газов.
54. Технологические свойства промышленных адсорбентов-осушителей.

55. Изменения концентрации газа и активности адсорбента в начальной стадии процесса осушки (процесс с термопудувочной регенерацией адсорбента). Имитация циклов процесса по изотерме адсорбции.
56. Степень осушки. От чего зависит степень осушки газа в процессе TSA?
57. Основные конструкции адсорберов для процессов осушки газов
58. Циклограмма и схема двухадсорберной установки осушки газов с термопудувочной регенерацией.
59. Циклограмма и варианты схем трехадсорберной установки осушки газов с термопудувочной регенерацией. Достоинства и недостатки каждого варианта схемы.
60. Область применения процессов с термопудувочной регенерацией адсорбента.
61. Конструкция адсорберов в процессах с термопудувочной регенерацией адсорбента.
62. Блок подготовки газа к осушке: назначение блока, организация, основное оборудование.
63. Назначение схем с закрытым циклом регенерации.
64. Принципиальная схема двухадсорберного процесса осушки воздуха с нагревной регенерацией адсорбента.
65. Расчет установки осушки природного газа. Структура тепловых балансов.
66. Старение и дезактивация адсорбентов в процессах осушки с нагревной регенерацией.
67. Старение адсорбента и выбор характеристик адсорбционного цикла.
68. Условия осуществимости процессов с безнагревной регенерацией адсорбента.
69. Циклограмма адсорбционного процесса осушки воздуха с безнагревной регенерацией адсорбента.
70. Циклограмма и схема безнагревной установки осушки воздуха по Скарстрому.
71. Распределения концентраций адсорбата в безнагревном процессе осушки газа по Скарстрому.
72. Адсорбционное разделение воздуха. Применяемые адсорбенты.
73. Получение кислорода методом КЦА: циклограмма и схема.
74. Получение азота путем разделения воздуха методом КЦА.
75. Основные технологические и аппаратурные особенности процессов адсорбционного разделения воздуха.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

### **8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины**

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 «*Адсорбция в технологии неорганических веществ*» включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Всего на зачете можно получить до 40 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

<p>«Утверждаю» И.о.зав. кафедрой ТНВ и ЭП Лемешев Д.О..</p> <hr/> <p>« _ » _____ 2022</p>	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b>
	<b>18.03.01 Химическая технология Профиль - Технология неорганических веществ Адсорбция в технологии неорганических веществ</b>
<p><b>Билет № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Силы, обуславливающие адсорбцию.</li> <li>Области и условия применения адсорбционных процессов с однократно используемым адсорбентом.</li> <li>Циклограмма и схема 3-х адсорберной установки разделения воздуха с вакуумной регенерацией. Укажите применяемый адсорбент.</li> </ol>	

#### БИЛЕТ № 2

- Адсорбционное равновесие. Основные концепции, описывающие равновесие на поверхности и в микропорах адсорбентов
- Классификация адсорбционных процессов по способу контакта адсорбционного слоя и очищаемого потока.
- Условия осуществимости процессов с безнагревной регенерацией адсорбента.

#### БИЛЕТ № 3

- Изотермы, изобары и изостеры адсорбции. Связь теплоты адсорбции и изостеры адсорбции.
- Дайте определения регенерации и реактивации. Назовите разграничения между ними по значению  $P/P_c$ , нормальной температуре кипения адсорбата и температуре регенерирующего потока.
- Адсорбционное разделение воздуха. Применяемые адсорбенты.

#### БИЛЕТ № 4

- Распределение энергетического потенциала над плоской поверхностью и в порах адсорбента.
- Термическая регенерация адсорбента. Достоинства и недостатки метода.
- Конструкция адсорберов в процессах с термопудувочной регенерацией адсорбента.

#### БИЛЕТ № 5

- Виды пор в адсорбентах. Механизмы адсорбции в микро-, мезо- и макропорах.
- Назовите составляющие общей энергии взаимодействия при адсорбции
- Типы циклических адсорбционных процессов с регенерацией адсорбента в результате применения тепла. Назначение процесса каждого типа.

#### БИЛЕТ № 6

1. Структура и характер поверхности в силикагелях
2. Изменения конфигурации адсорбционных фронтов при различных направлениях движения потока и различных начальных распределениях адсорбата в слое в случае реализации режима фронтальной динамики изотермической равновесной адсорбции.
3. Получение кислорода методом адсорбционного разделения воздуха

#### БИЛЕТ № 7

1. Углеродные адсорбенты: области применения в технологии неорганических веществ.
2. Виды переноса внутри гранул адсорбентов. Коэффициент внутренней массоотдачи по Глюкауфу.
3. Расчет установки осушки природного газа. Структура тепловых балансов.

#### БИЛЕТ № 8

1. Изотермы, изобары и изостеры адсорбции. Связь теплоты адсорбции и изостеры адсорбции.
2. Циклограмма адсорбционного процесса осушки газов с безнагревной регенерацией адсорбента.
3. Трехадсорберная схема осушки природного газа с закрытым циклом регенерации.

#### БИЛЕТ № 9

1. Адсорбционное равновесие. Основные концепции, описывающие равновесие на поверхности и в микропорах адсорбентов.
2. Изотермическая продувка в качестве метода регенерации. Достоинства и недостатки метода.
3. Процесс водоподготовки с реактивацией адсорбента

#### БИЛЕТ № 10

1. Основные уравнения для внешнедиффузионной кинетики. Коэффициент внешней массоотдачи.
2. Методы регенерации адсорбентов. Достоинства и недостатки каждого из методов.
3. Конструкции адсорберов, применяемых в процессах осушки газов.

#### БИЛЕТ № 11

1. Виды переноса внутри гранул адсорбентов. Коэффициент внутренней массоотдачи по Глюкауфу.
2. Термопродувочный процесс осушки газов: адсорбенты-осушители, организация процесса.
3. Трехадсорберная схема осушки газа с нагревной регенерацией адсорбента.

#### БИЛЕТ № 12

1. Продольнодиффузионный массоперенос. Расчет эффективного коэффициента продольной массоотдачи по Годесу-Биксону.
2. Снижение давления в системе, как метод регенерации адсорбента. Достоинства и недостатки метода.

3. Схема адсорбционного разделения воздуха методом PSA с получением кислорода. Прокомментируйте работу установки.

#### БИЛЕТ № 13

1. Уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений.
2. Влияние температуры и давления при адсорбции на значения ПВс.
3. Циклограмма и схема безнагревной установки осушки воздуха по Скарстрому.

#### БИЛЕТ № 14

1. Методы измерения изотерм адсорбции.
2. Назначение схем с закрытым циклом регенерации.
3. Принципиальная схема двухадсорберного процесса осушки воздуха с нагревной регенерацией адсорбента.

#### БИЛЕТ № 15

1. Фронтальная динамика изотермической адсорбции (десорбции): уравнения Вильсона и Викке. Иллюстрируйте примерами для изотерм разного вида.
2. Адсорбенты, применяемые в процессах адсорбционного разделения воздуха
3. Принципиальная схема двухадсорберного процесса осушки воздуха с нагревной регенерацией адсорбента.

#### БИЛЕТ № 16

1. Квазистационарный перенос адсорбционного фронта. Уравнение Шилова.
2. Изменения концентрации газа и активности адсорбента в начальной стадии процесса осушки (процесс TSA). Имитация циклов процесса по изотерме адсорбции.
3. Циклограмма и схема адсорбционного процесса осушки воздуха с безнагревной регенерацией адсорбента.

#### БИЛЕТ № 17

1. Структура, характер поверхности и адсорбционные свойства силикагелей
2. Конструкция адсорберов в установках типа PSA
3. Циклограмма и схема установки осушки воздуха методом PSA. Сравнение циклограмм адсорбционных процессов с термической и безнагревной регенерацией адсорбента.

#### БИЛЕТ № 18

1. Модель фронтальной изотермической неравновесной адсорбции. Уравнения ЖЗТ.
2. Кинетическая область протекания процесса по Скарстрому и основное уравнение для расчета параметров процесса.
3. Циклограмма и схема установки осушки природного газа с нагревной регенерацией.

#### БИЛЕТ № 19

1. Распределение энергетического потенциала над плоской поверхностью и в порах адсорбента.
2. Типы процессов с многократным использованием адсорбента
3. Циклограмма и схема безнагревной установки осушки воздуха по Скарстрому.

#### БИЛЕТ № 20

1. Молекулярно-ситовой эффект. Какие адсорбенты обладают этими свойствами? Приведите примеры.
2. Структура тепловых балансов и расход потоков на нагрев и охлаждение адсорбента в процессах TSA.
3. Схемы осушки газа с закрытым циклом регенерации. Основные критерии в выборе схемы.

#### БИЛЕТ № 21

1. Соотношение между длительностью стадий в процессе TSA, расчет числа адсорберов.
2. Условия осуществления безнагревного процесса осушки газа по Скарстрому.
3. На примере циклограммы и схемы изложите основной принцип работы установок с нагревной регенерацией адсорбента.

#### БИЛЕТ № 22

1. Структура цеолитов и их адсорбционные свойства. Молекулярно-ситовые свойства, ионообменные свойства. Первичные и вторичные поры.
2. Классификация адсорбционных процессов по методам регенерации адсорбентов.
3. Процессы с реактивацией адсорбента. Приведите пример процесса.

#### БИЛЕТ № 23

1. Фронтальная динамика изотермической равновесной адсорбции (десорбции): уравнения Вильсона и Викке. Иллюстрируйте примерами для изотерм разного вида.
2. Типы циклических адсорбционных процессов. Понятие о циклограммах.
3. Адсорбционное разделение воздуха. Применяемые адсорбенты.

#### БИЛЕТ № 24

1. Квазистационарный перенос адсорбционного фронта. Уравнение Шилова.
2. Область применения процессов с термopодувочной регенерацией адсорбента.
3. Блок подготовки газа к осушке: назначение блока, организация, основное оборудование.

#### БИЛЕТ № 25

1. Основные уравнения, описывающие равновесие при адсорбции.
2. Технологические свойства промышленных адсорбентов-осушителей.
3. Получение кислорода адсорбционным методом: циклограмма и схема.

### **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. 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.
6. Никифоров Ю.В., Казакова А.А., Алехина М.Б. Процессы диффузии и адсорбции в инженерных задачах. Примеры расчета: учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 108 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**

Для реализации учебной программы имеются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 1) компьютерные презентации интерактивных лекций;
- 2) Раздаточный иллюстративный материал 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:

Заказ литературы, русскоязычные издания

- <http://www.galvanicus.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.

## **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 01.01.2022 г. составляет 1 719 785 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 «*Адсорбция в технологии неорганических веществ*» проводятся в форме лекций, практических занятий 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.

### **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, методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, технологические справочники; справочные материалы в печатном и электронном виде; электронная картотека по рентгенофазовому анализу.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

*Знает, умеет, владеет необходимо заполнить в соответствии с формулировками п.2 и расстановкой по разделам п.5.*

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b>  <b>Физико-химические и инженерные основы адсорбционных процессов получения неорганических веществ.</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия в теории адсорбции и свойства адсорбционных систем;</li> <li>- типы промышленных адсорбентов;</li> <li>- особенности массо- и теплопереноса при адсорбции и десорбции;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить взаимосвязь между природой системы адсорбтив-адсорбент и процессами, которые могут в ней протекать;</li> <li>- правильно сформулировать задачу при постановке адсорбционных исследований и разработать путь ее решения;</li> <li>- подобрать адсорбенты для конкретных процессов;</li> <li>- составить и рассчитать материальный и тепловой балансы процесса, исходя из заданных условий;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами получения и обработки экспериментальных данных по адсорбционным системам;</li> <li>- методами анализа результатов определения термодинамических характеристик адсорбционных систем.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1</p>
<p><b>Раздел 2. Технология адсорбционных процессов</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию адсорбционных процессов по способам регенерации адсорбентов;</li> <li>- основные принципы организации адсорбционных процессов на примерах получения неорганических продуктов;</li> <li>- основные технологические и аппаратурные особенности процессов....</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составить принципиальную схему и провести технологический расчет</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>адсорбционной установки.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить эксперименты по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета и организации адсорбционных процессов;</li> <li>- сведениями об особенностях адсорбционных технологий и оборудования.</li> </ul>	
--	--	--

### **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).

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

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

**«25» мая 2022 г.**

протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов «04» апреля 2022 г., протокол № 14.



## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и 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 «**Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ**» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии и физике.

**Цель дисциплины** состоит в приобретении обучающимися углубленных знаний и практических навыков в области технологии чистых веществ и реактивов и использовании их в профессиональной деятельности.

**Задачи дисциплины** – ознакомление студентов с номенклатурой и свойствами промышленно выпускаемых чистых веществ и реактивов, методами их получения, развитие способностей к анализу и совершенствованию типовых процессов технологии чистых веществ и реактивов.

Дисциплина «**Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ**» преподается в 7 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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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 современные подходы к научному исследованию	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. Способен разрабатывать и внедрять инновационные	ПК-4.2. Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада	

		<p>технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>использования неорганических веществ и материалов</p> <p>ПК-5.3. Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>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).</p>
		<p>ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами</p>	<p>ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов</p>	<p>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).</p>

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- требования к чистым веществам и реактивам, их классификацию;
- теоретические и практические основы их получения и применения;
- особенности их производства и контроля;
- экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения.

*Уметь:*

- использовать методы исследования и определения параметров и показателей процессов получения чистых веществ и реактивов;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;
- выбирать конструкционные материалы для процессов получения реактивов и особо чистых веществ;
- проводить эксперименты по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;
- применять знания, полученные в результате изучения дисциплины, при выборе современных и инновационных технологий, при написании научных статей, отчетов и выпускной квалификационной работы.

*Владеть:*

- основными навыками работы с реактивами и особо чистыми веществами, в т.ч. с каталогами их отечественных и зарубежных производителей;
- умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению чистых веществ и реактивов;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения;
- навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы;
- методами определения качества чистых веществ и реактивов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч	Астр. ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,3</b>	<b>48,4</b>	<b>35,1</b>
Лекции	0,9	32	24,3
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	10,8
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,7</b>	<b>59,6</b>	<b>45,9</b>
Контактная самостоятельная работа	1,7	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,2	45,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## 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
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Химические методы очистки неорганических веществ</b>	<b>44</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>24</b>
1.1	Введение. Основные понятия и номенклатура чистых веществ	8	2	2	-	2	2	-	-	4
1.2	Источники загрязнений в технологии получения чистых веществ	6	-	2	-	-	-	-	-	4
1.3	Конструкционные материалы, используемые в технологии неорганических реактивов	6	-	2	-	-	-	-	-	4
1.4	Методы очистки через газовую фазу	12	2	4	-	2	2	-	-	6
1.5	Методы очистки через жидкую фазу	12	2	4	-	2	2	-	-	6
	<b>Раздел 2. Физико-химические методы очистки неорганических веществ</b>	<b>63,6</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>35,6</b>
2.1	Процессы кристаллизационной очистки	16	2	6	-	2	2	-	-	8
2.2.	Метод адсорбционной очистки	8	-	2	-	-	-	-	-	6
2.3.	Экстракционные методы очистки	12	2	2	-	2	2	-	-	8
2.4.	Дистилляционные методы очистки	8	2	2	-	2	2	-	-	4
2.5	Ионообменный метод получения чистых веществ	8	2	2	-	2	2	-	-	4
2.6	Мембранные методы очистки и разделения жидких и газовых сред	11,6	2	4	-	2	2	-	-	5,6
	<b>ИТОГО</b>	<b>107,6</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>59,6</b>

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Химические методы очистки неорганических веществ**

#### **1.1. Введение. Основные понятия и номенклатура чистых веществ**

Общие сведения и классификация реактивов и особо чистых веществ. Номенклатура и области их потребления. Общие сведения и основные понятия о чистоте вещества. Способы выражения степени чистоты вещества. Особенности производства и контроля чистых веществ и реактивов. Особенности проектирования, эксплуатации и оптимизации производств. Гибкие автоматизированные системы. Хранение и транспортирование реактивов.

#### **1.2. Источники загрязнений в технологии получения чистых веществ**

Формы примесей. Нормирование примесей. Понятия «микропримесь», «особо чистое вещество», «высокочистое вещество». Влияние примесей на свойства веществ. Попадание примесей из атмосферы. Технологии очистки воздуха. Чистое помещение. Загрязнение материалом аппаратуры.

#### **1.3. Конструкционные материалы, используемые в технологии неорганических реактивов**

Особенности выбора конструкционных материалов для производства неорганических реактивов и особо чистых веществ. Материалы для изготовления оборудования производства реактивов и особо чистых веществ. Неорганические конструкционные материалы, используемые в технологии неорганических реактивов и особо чистых веществ. Углеграфитовые материалы, их получение и использование в технологии реактивов и особо чистых неорганических веществ. Органические конструкционные материалы, используемые в технологии неорганических реактивов и особо чистых веществ.

#### **1.4. Методы очистки через газовую фазу**

Теоретические основы очистки веществ и классификация методов очистки. Термодинамические основы очистки веществ. Коэффициент разделения (распределения) примесей. Классификация методов очистки веществ. Сравнительная оценка возможностей методов. Галогенидный метод. Гидридный метод. Очистка с использованием элементоорганических соединений. Карбонильный метод. Химические транспортные реакции. Особенности и выбор транспортных реакций для очистки веществ. Способы осуществления транспорта (перенос вещества потоком газа-реагента, молекулярной диффузией, посредством конвекции).

#### **1.5. Методы очистки через жидкую фазу**

Очистка растворов осаждением примесей. Очистка осаждением основного вещества. Очистка растворов от примесей их соосаждением с неорганическими или органическими коллекторами. Методы избирательного окисления или восстановления примесей. Избирательное комплексообразование в растворе. Оценка предельных возможностей очистки через жидкую фазу.

### **Раздел 2. Физико-химические методы очистки неорганических веществ**

#### **2.1. Процессы кристаллизационной очистки**

Кристаллизация из растворов. Фракционирование примесей в процессах кристаллизации из растворов. Основные показатели и закономерности фракционирования. Влияние различных факторов на фракционирование примесей. Явление изоморфизма, способы устранения изоморфного загрязнения вещества. Схемы очистки веществ методами многоступенчатой перекристаллизации. Метод фракционированной (дробной) кристаллизации. Практическое использование процессов кристаллизации для получения чистых веществ и реактивов. Кристаллизация из расплавов. Теоретические основы. Зонная плавка. Основные факторы, влияющие на эффективность процесса. Варианты его

осуществления и используемая аппаратура. Применение зонной плавки для очистки веществ. Направленная кристаллизация. Основы составления материального баланса.

## **2.2. Метод адсорбционной очистки**

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.

## **2.3. Экстракционные методы очистки**

Экстракционные методы. Классификация экстрагентов. Экстракционные системы для очистки неорганических веществ. Многоступенчатые процессы очистки. Особенности аппаратурного оформления процессов жидкостной экстракции.

## **2.4. Дистилляционные методы очистки**

Особенности проведения процесса при малых содержаниях примесей. Способы организации дистилляционных процессов. Простая перегонка, ректификация, экстрактивная ректификация. Хеморектификация. Молекулярная. Использование методов ректификации для получения особо чистых веществ. Дистилляция.

## **2.5. Ионообменный метод получения чистых веществ**

Ионообменный метод получения чистых веществ. Получение ионитов. Их термохимическая устойчивость, механическая устойчивость. Термодинамика ионного равновесия, динамика ионного обмена. Особенности использования ионообменного метода в технологии чистых веществ и реактивов. Получение особо чистой воды.

## **2.6. Мембранные методы очистки и разделения жидких и газовых сред**

Мембранные методы очистки и разделения жидких и газовых сред. Классификация мембран и мембранных процессов. Виды мембран, их характеристика. Микрофльтрация, ультрамикрофльтрация и обратный осмос. Области применения. Специфика аппаратурного оформления.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
<b>Знать:</b>			
1	– требования к чистым веществам и реактивам, их классификацию;	+	+
2	– теоретические и практические основы их получения и применения;	+	+
3	– особенности их производства и контроля;	+	+
4	– экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения.	+	+
<b>Уметь:</b>			
5	– использовать методы исследования и определения параметров и показателей процессов получения чистых веществ и реактивов;	+	+
6	– анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;	+	+
7	– выбирать конструкционные материалы для процессов получения реактивов и особо чистых веществ;	+	+
8	– проводить эксперименты по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;	+	+
9	– применять знания, полученные в результате изучения дисциплины, при выборе современных и инновационных технологий, при написании научных статей, отчетов и выпускной квалификационной работы.	+	+
<b>Владеть:</b>			
10	– основными навыками работы с реактивами и особо чистыми веществами, в т.ч. с каталогами их отечественных и зарубежных производителей;	+	+
11	– умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению чистых веществ и реактивов;	+	+
12	– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения;	+	+
13	– навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы;	+	+
14	– методами определения качества чистых веществ и реактивов.	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения</i> :			
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>	
15	– ПК-4. Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач,	– ПК-4.1. Знает современные подходы к научному исследованию	
		+	+



	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-4.2. Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада	+	+
16	– ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	– ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+
		– ПК-5.3. Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+
17	– ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	– ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и 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	Номенклатура реактивов и особо чистых веществ	2
2	1	Оценка коэффициента разделения в газофазных методах очистки	2
3	1	Оценка предельных возможностей гидролитического метода очистки	2
4	2	Основы составления материального баланса	4
5	2	Кристаллизация из растворов	2
6	2	Технологические расчеты в процессах экстракции	2
7	2	Технологические расчеты в мембранных процессах	2

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ*» 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* (7 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 итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине «*Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ*» не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные составляет 30 баллов за каждую.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.**

#### Вопрос 1.1.

1. Понятие о чистоте вещества.
2. Химические, физические, эксплуатационные свойства веществ реактивной квалификации. Примеры.
3. Особенности выбора конструкционных материалов в производстве реактивов и особо чистых веществ.

#### Вопрос 1.2.

1. Технология галогенидных методов очистки. Достоинства и недостатки.
2. Оценка предельных возможностей химических методов очистки.
3. Факторы, влияющие на процесс гидролитической очистки.

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

#### Вопрос 2.1.

1. Определение идеального коэффициента очистки кристаллов.
2. Понятие изоморфизм. Правило Гольдшмидта.
3. Схема дробной кристаллизации.

#### Вопрос 2.2.

1. Дистилляция и ректификация в технологии тонкого неорганического синтеза.
2. Ионообменный метод очистки. Классификация ионитов.
3. Мембранные методы очистки жидких и газообразных сред.

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* (7 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. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

1. Понятие о чистоте вещества.
2. Оценка предельных возможностей химических методов очистки.
3. Понятие изоморфизм. Правило Гольдшмидта.
4. Мембранные методы очистки жидких и газообразных сред.

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

#### 8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (7 семестр).

*Зачет с оценкой* по дисциплине «*Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ*» 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*:

<p>«Утверждаю» И.о. заведующего кафедрой ТНВ и ЭП Лемешев Д.О.</p> <hr/> <p>«__» _____ 20__</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b></p>
	<p><b>18.03.01 Химическая технология Профиль - Технология неорганических веществ</b></p>
	<p><b>Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие о чистоте вещества.</li> <li>2. Оценка предельных возможностей химических методов очистки.</li> <li>3. Понятие изоморфизм. Правило Гольдшмидта.</li> <li>4. Мембранные методы очистки жидких и газообразных сред.</li> </ol>	

## 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. 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.
3. 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.
4. 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:

- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- <https://e.lanbook.com/> - электронно-библиотечная система Лань
- <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

### **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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 *«Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ»* 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
<p><b>Раздел 1.</b> Химические методы очистки неорганических веществ</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к чистым веществам и реактивам, их классификацию;</li> <li>- теоретические и практические основы их получения и применения;</li> <li>- особенности их производства и контроля;</li> <li>- экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы исследования и определения параметров и показателей процессов получения чистых веществ и реактивов;</li> <li>- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;</li> <li>- выбирать конструкционные материалы для процессов получения реактивов и особо чистых веществ;</li> <li>- проводить эксперименты по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;</li> <li>- применять знания, полученные в результате изучения дисциплины, при выборе современных и инновационных технологий, при написании научных статей, отчетов и выпускной квалификационной работы.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными навыками работы с реактивами и особо чистыми веществами, в т.ч. с каталогами их отечественных и зарубежных производителей;</li> <li>- умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению чистых веществ и реактивов;</li> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения;</li> <li>- навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы;</li> <li>- методами определения качества чистых веществ и реактивов.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр)</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (7 семестр)</p>



<p><b>Раздел 2.</b> Физико-химические методы очистки неорганических веществ</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к чистым веществам и реактивам, их классификацию;</li> <li>- теоретические и практические основы их получения и применения;</li> <li>- особенности их производства и контроля;</li> <li>- экономические и экологические проблемы производства и пути их уменьшения.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы исследования и определения параметров и показателей процессов получения чистых веществ и реактивов;</li> <li>- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;</li> <li>- выбирать конструкционные материалы для процессов получения реактивов и особо чистых веществ;</li> <li>- проводить эксперименты по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;</li> <li>- применять знания, полученные в результате изучения дисциплины, при выборе современных и инновационных технологий, при написании научных статей, отчетов и выпускной квалификационной работы.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными навыками работы с реактивами и особо чистыми веществами, в т.ч. с каталогами их отечественных и зарубежных производителей;</li> <li>- умением корректно ставить и решать задачи по получению и применению чистых веществ и реактивов;</li> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов их получения;</li> <li>- навыками построения и технико-экономической оптимизации технологической схемы;</li> <li>- методами определения качества чистых веществ и реактивов.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр)</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i> (7 семестр)</p>
---	--	--

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

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

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ 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**  
**«Введение в химическую технологию реактивов и особо чистых веществ»**

**основной образовательной программы**

18.03.01 Химическая технология

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата  
«Технология неорганических веществ»

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы исследований  
в технологии неорганических веществ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена д.х.н., доцентом кафедры Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Е. Ю. Либерман.

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

---

«4» апреля 2022 г., протокол №14

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение шестого семестра.

Дисциплина **«Методы исследований в технологии неорганических веществ»** относится к первой части В.ДВ.1 дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии неорганических веществ.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися основ методов и принципов организации научных исследований в области технологии неорганических веществ.

**Задачи дисциплины** – изучение методов исследования фазового равновесия в гетерогенных системах и кинетики гетерогенно-каталитических и топочимических процессов и путей повышения эффективности технологического процесса.

Дисциплина **«Методы исследований в технологии неорганических веществ»** преподается в 6 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:**

*(Из соответствующего УП, например):*

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 действия.	УК-1.3 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке;

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

*(Из соответствующего УП с учетом подходящего уровня квалификации из Профстандарта, например):*

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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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 проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	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).
	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	ПК-4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада ПК-4.3 Владеет современными методами обработки данных	

		отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау		
--	--	---	--	--



В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основные конструкционные материалы, лабораторное оборудование для измерения и контроля давления, температуры, скорости газовых потоков;
- методы создания низких и высоких давлений и температур;
- основные принципы исследования равновесий в гетерогенных системах, кинетики топохимических и гетерогенно-каталитических процессов»;  
методы физико-химического анализа, применяемые для интерпретации результатов эксперимента

*Уметь:*

- применять теоретические знания по химии и технологии неорганических веществ при выполнении НИР и выпускной квалификационной работы;
- осуществлять выбор конструкционных материалов и монтаж лабораторной установки;
- проводить эксперименты по заданным методикам;
- анализировать результаты эксперимента;

*Владеть:*

- методами теоретического и экспериментального исследования равновесия и кинетики производства неорганических веществ и материалов;
- способами поиска, сбора и анализа информации;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;
- методами математической обработки результатов эксперимента.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,7</b>	<b>96</b>	<b>73</b>
Лекции	0,4	16	12
в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )			
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	12
в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )			
Лабораторные работы (ЛР)	1,8	64	48
в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )	1,8	64	48
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>120</b>	<b>119,6</b>	<b>88,7</b>
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> )			
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен (<i>если предусмотрен УП</i>)</b>			
Контактная работа – промежуточная аттестация			
Подготовка к экзамену.			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## 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.	<b>Раздел 1. Эксперимент в химической технологии неорганических веществ</b>	<i>40</i>		<i>6</i>		<i>4</i>		<i>4</i>		<i>22</i>
1.1	Экспериментальные исследования в химической технологии. Математическая обработка результатов эксперимента. Конструкционные материалы, применяемые в лаборатории.	<i>8</i>		<i>2</i>		<i>0</i>		<i>0.</i>		<i>2</i>
1.2	Приборы для измерения и контроля скорости газового потока, температуры и давления. Принципы изучения равновесия в гетерогенных системах: статический, динамический. Типы систем, параметры и интервал их изменения. Основные методы физико-химического анализа	<i>32</i>		<i>4</i>		<i>4</i>		<i>4</i>		<i>20</i>
2.	<b>Раздел 2. Принципы исследования фазового равновесия</b>	<i>146</i>		<i>8</i>		<i>8</i>		<i>40</i>		<i>74</i>

2.1	Методы изучения фазовых равновесий, вытекающие из концепции динамического равновесия. Применение правила фаз Гиббса для нахождения предельной размерности в исследованиях фазовых равновесий.	16		2		2		10		14
2.2	Исследование равновесия в системе жидкость - твердое тело. Техника фильтрования.	16		2		2		10		20
2.2	Изучение равновесия в системе «жидкость - твердое тело». Исследование равновесия в системе «газ - жидкость».	16		2		2		10		22
2.3	Исследование равновесия в системе «газ - твердое тело». Основные типы систем, параметры и интервал их изменения. Применение методов инструментальных физико-химических методов анализа, физических методов in situ.	16		2		2		10		18
3.	<b>Раздел 3. Изучение кинетики топохимических и каталитических реакций</b>			4		4		20		24

3.1	Исследование кинетики топохимических и каталитических реакций в системах газ - катализатор и жидкость - катализатор; общие принципы, лимитирующие стадии. Многокомпонентные системы, принципы "исключения" компонентов при определении констант и коэффициентов.			2		2		10		14
3.2	Термический анализ твердых веществ. Возможности метода дериватографии и ТГ/ДСК.			2		2		10		10
	<b>ИТОГО</b>							<b>64</b>		<b>120</b>
	<b>Экзамен (если предусмотрен УП)</b>	<b>УП</b>								
	<b>ИТОГО</b>	<b>УП</b>								

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Эксперимент в химической технологии неорганических веществ.**

1.1. Экспериментальные исследования в химической технологии. Математическая обработка результатов эксперимента.

1.2. Конструкционные материалы, применяемые в лаборатории. Классификация реактивов. Получение, анализ и хранение газовых смесей в лаборатории. Приборы для измерения и контроля скорости газового потока, температуры и давления.

### **Раздел 2. Принципы исследования фазового равновесия**

2.1. Методы изучения фазовых равновесий. Применение правила фаз Гиббса для нахождения предельной размерности в исследованиях фазовых равновесий. Принципы изучения равновесия в гетерогенных системах: статический, динамический. Типы систем, параметры и интервал их изменения. Рентгенофазовый анализ. Перемешивание и измельчение. Дисперсность материалов. Электронная микроскопия.

2.2. Изотермический и политермический методы для исследования равновесия в системе «жидкость - твердое тело». Равновесие в системе «газ - жидкость». Особенности исследования равновесия статическим и динамическим методами в системе «газ-жидкость». Сопоставление метода «равновесных составов» и «метода равновесных давлений».

2.3. Равновесие в системе «газ - твердое тело». Статический и динамический методы исследования равновесия в системе «газ-твердое тело». Особенности работы с пониженным и повышенным давлением. Применение методов инструментальных физико-химических методов анализа, физических методов *in situ*.

### **Раздел 3. Исследование кинетики топохимических и каталитических реакций**

3.1. Кинетика топохимических и каталитических реакций в системах «газ – твердое тело» и «жидкость-твердое тело». Термический анализ твердых веществ. Возможности метода дериватографии и ДТА/ДСК.

3.2. Кинетика каталитических реакций. Методы определения каталитической активности. Применение методов физико-химического анализа при исследовании каталитических реакций.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	<b>Знать: (перечень из п.2)</b>				
1	– основные конструкционные материалы, лабораторное оборудование для измерения и контроля давления, температуры, скорости газовых потоков;	+	+	+	
2	– методы создания низких и высоких давлений и температур;	+	+	+	
	– основные принципы исследования равновесий в гетерогенных системах и кинетики топомимических и гетерогенно-каталитических процессов»;	+	+	+	
	– методы физико-химического анализа, применяемые для анализа результатов эксперимента	+	+	+	
	<b>Уметь: (перечень из п.2)</b>				
3	– применять теоретические знания по химии и технологии неорганических веществ при выполнении НИР и выпускной квалификационной работы;	+	+		
4	– осуществлять выбор конструкционных материалов и монтаж лабораторной установки;	+	+		
	– конструировать экспериментальную установку для исследования равновесия и кинетики гетерогенных процессов		+		
	– проводить эксперименты по заданным методикам;	+	+	+	
	– анализировать результаты эксперимента;	+	+	+	
	<b>Владеть: (перечень из п.2)</b>				
5	– планированием и проведением научных исследований в области технологии неорганических веществ;	+	+	+	
	– способами поиска, сбора и анализа информации;	+	+	+	
	– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов	+	+	+	
	– методами математической обработки результатов эксперимента	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>(какие) компетенции и индикаторы их достижения:</b> <b>(перечень из п.2)</b>					
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК (перечень из п.2)</b>			
7	– <b>УК-1</b>	– УК – 1.3	+	+	+

8	– ...	–				
	<b>Код и наименование ОПК (перечень из п.2)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК (перечень из п.2)</b>				
9	– ...	–				
10	–	–				
	<b>Код и наименование ПК (перечень из п.2)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)</b>				
11	– ПК -3	– ПК – 3.3	+	+	+	
	– ПК- 4	– ПК – 4.2	+	+	+	
12	–	– ПК – 4.3	+	+	+	

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Обработка экспериментальных результатов. Расчет термодинамических параметров.	4
2	2	Равновесие в системе «жидкость – твердое тело», «газ-жидкость», «жидкость-твердое тело-газ». Моделирование лабораторной установки для исследования равновесия.	6
3	2	Фазовое равновесие в системе «газ-твердое тело». Моделирование лабораторной установки для исследования равновесия в системе «газ-твердое тело»	2
4	3	Термический анализ. Анализ результатов ДТА/ДСК. Обработка результатов исследования кинетики топочимических реакций. Расчет каталитической активности.	4

### 6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Методы исследований в технологии неорганических веществ*», а также дает знания об основных закономерностях исследования фазового состояния и кинетики реакции в гетерогенных системах.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов (максимально по 10 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1,3	Синтез оксидов с заданными свойствами. Определение каталитической активности в реакции окисления СО и глубокой конверсии метана проточным методом	16
2	2	Кинетика адсорбции макрокомпонентов воздуха при атмосферном давлении волюмометрическим методом	16
3	2	Извлечение малорастворимых соединений тяжёлых и цветных металлов из водных растворов методом электрофлотации	16
4	3	Процесс Фентона	16

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* и лабораторного практикума (6\_ 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 15 и 10 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 40 балла), подготовки и защиты реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме теста (максимальная оценка 15 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

1. Роль эксперимента в химической технологии
2. Основные направления исследований в химической технологии
3. Математическое и физическое моделирование в химической технологии
4. Фазовое равновесие в гетерогенных системах
5. Применение методов физико-химического анализа для исследования равновесия
6. Равновесие в системе «жидкость-твердое тело»
7. Исследование растворимости изотермическим методом
8. Исследование растворимости визуально-политермическим методом
9. Статический метод изучения равновесия в системе «газ-жидкость»
10. Динамический метод изучения равновесия в системе «газ-жидкость»
11. Равновесие в системе «газ-твердое»
12. Равновесие в системе «газ-твердое» статическим методом
13. Равновесие в системе «газ-твердое» динамическим методом
14. Вакуум. Градация вакуума. Измерение вакуума.
15. Вакуумные установки
16. Создание высокого вакуума
17. Исследование адсорбционных процессов
18. Фильтрация. Техника фильтрации
19. Конструкционные материалы в лаборатории
20. Методы идентификации веществ при исследовании равновесия «жидкость - твердое»
21. Очистка газовых смесей в лаборатории
22. Осушка газовых смесей в лаборатории
23. Исследование равновесия в системе «газ-твердое тело» динамическим методом
24. Конструкционные материалы для исследования равновесия в системе «газ-твердое тело»
25. Исследование кинетики топочимических реакций

26. Методы определения каталитической активности
27. Исследование равновесия в системах «газ-жидкость»
28. Исследование равновесия в системах «газ-твердое»
29. Равновесие в системах «жидкость-твердое»
30. Сжатые газы. Техника эксплуатации.
31. Измерение температуры и ее регулирование
32. Нагревание и охлаждение.
33. Работа при повышенном давлении
34. Методы физико-химического анализа для исследования равновесия в системе «газ-твердое».
35. Методы физико-химического анализа для исследования равновесия в системе «газ-жидкость».

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 15 и 10 баллов соответственно-

### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 1.1.**

1. Исследование равновесия в системе «газ-твердое тело» ...
2. Цели и задачи научного эксперимента ...
3. Техника измерений при пониженном давлении

#### **Вопрос 1.2.**

- Измерение и контроль скорости потока в лабораторных установках ...
- Измерение и контроль температуры в лабораторных условиях....
- Вакуумные насосы.

#### **Вопрос 1.3**

1. Предложить схему экспериментальной установки для исследования каталитической активности диоксида церия в реакции окисления СО динамическим методом
2. Предложить схему экспериментальной установки для исследования равновесия реакции при температуре 500°С статическим методом:  

$$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$
3. Предложить схему экспериментальной установки для исследования равновесия реакции восстановления оксидов железа (III) при температуре 300°С в газовой смеси СО ( 10% об.) +N<sub>2</sub>.

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

#### **Вопрос 2.1**

1. Дериватография
2. Методы определения каталитической активности
3. Исследование кинетики топочимических реакций

#### **Вопрос 2.2**

1. Предложить схему установки для исследования кинетики окисления СО проточно-циркуляционным методом;
2. Предложить схему установки для исследования кинетики разложения карбоната

- цера динамическим методом;
3. Предложить схему установки для исследования кинетики синтеза аммиака циркуляционным методом при повышенном давлении;

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам \_ и \_ рабочей программы дисциплины и содержит \_10\_ вопросов по 1,5 балла каждый.

#### 8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (\_ семестр – *вид контроля из УП*).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 и \_ рабочей программы дисциплины и содержит 10 вопросов по 1,5 балла каждый.

1. Равновесие. Критерии установления равновесия.
2. Исследование фазового равновесия в системе «жидкость-твердое тело»
3. Исследование растворимости изотермическим методом
4. Исследование растворимости визуально-политермическим методом
5. Статический метод изучения равновесия в системе «газ-жидкость»
6. Динамический метод изучения равновесия в системе «газ-жидкость»
7. Измерение и контроль расхода газа в лабораторных установках
8. Исследование равновесия в системе «газ-твердое»
9. Исследование равновесия в системе «газ-твердое» статическим методом
10. Исследование равновесия в системе «газ-твердое» динамическим методом
11. Вакуум. Градация вакуума. Измерение вакуума.
12. Вакуумные установки
13. Оборудование для получения высокого вакуума
14. Исследование адсорбционных процессов
15. Особенности исследования адсорбционных процессов
16. Фильтрация. Техника фильтрации
17. Конструкционные материалы в лаборатории
18. Измельчение. Основное оборудование.
19. Перемешивание. Основное оборудование
20. Методы идентификации веществ при исследовании равновесия «жидкость – твердое»
21. Методы очистки газовых смесей в лаборатории
22. Методы осушки газовых смесей в лаборатории
23. Увлажнение газов в лаборатории
24. Исследование равновесия в системе «газ-твердое тело» динамическим методом
25. Конструкционные материалы для исследования равновесия в системе «газ-твердое тело»
26. Особенности исследования кинетики топочимических реакций
27. Определение каталитической активности
28. Сравнительный анализ методов исследования кинетики топочимических реакций
29. Сравнительный анализ методов определения каталитической активности
30. Исследование равновесия в системах «газ-жидкость»
31. Исследование равновесия в системах «газ-твердое»
32. Исследование равновесия в системах «жидкость-твердое»
33. Сжатые газы. Правила эксплуатации.
34. Методы очистки веществ
35. Измерение температуры и ее регулирование

36. Нагревание и охлаждение.
37. Работа при повышенном давлении
38. Кристаллизация веществ из раствора и расплава
39. Методы физико-химического анализа для исследования равновесия в системе «газ-твёрдое».
40. Методы физико-химического анализа для исследования равновесия в системе «газ-жидкость».
41. Дисперсность материала. Методы определения дисперсности материала
42. Электронная микроскопия.
43. Рентгенофазовый анализ

#### 8.4. Структура и примеры билетов для вид контроля из УП ( 6\_ семестр).

<p>«Утверждаю»</p> <p>(Должность, наименование кафедры)</p> <p>(Подпись) _____ (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>	
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>	
	<p><b>Наименование кафедры</b></p> <p><b>ТНВ и ЭП</b></p>	
	<p><b>Код и наименование</b></p> <p><b>Профиль «Технология неорганических веществ»</b></p>	
	<p><b>Наименование дисциплины</b></p>	
<p><b>Тест № 1</b></p>		
<p><b>1. Укажите величину, количественно характеризующую равновесное состояние</b></p>		
1.	Концентрация веществ	
2.	Давление	
3.	Температура	
4.	Константа скорости	
5.	Константа равновесия	
<p><b>2. Указать способы определения состава реакционной смеси, которые могут быть использованы при исследовании равновесия</b></p>		
1.	Физические методы	
2.	«Замораживание» равновесия	
3.	Методы количественного анализа	
4.	Нельзя ничего использовать, т.к. происходит смещение равновесия	
5.	Необходимо изменить состояние равновесия	
<p><b>3. Какие приборы можно использовать для тонкого измельчения</b></p>		
1.	Шаровая мельница	
2.	Дисковые истиратели	
3.	Щековые дробилки	
4.	Конусные дробилки	
5.	Валковые дробилки	
<p><b>4. Какой тип мешалок используется для перемешивания вязких растворов и предупреждения образования осадков</b></p>		
1.	Мешалки пропеллерного типа	
2.	Центробежные мешалки	
3.	Якорные мешалки	
4.	Палочковые мешалки	
5.	Использовать барботаж	
<p><b>5. Какие вещества могут быть использованы в качестве термометрических жидкостей?</b></p>		
1.	Ртуть	
2.	Серная кислота	
3.	Керосин	

4.	Фосфорная кислота
5.	Спирт
<b>6. Приборы, применяемые для исследования равновесия в системе «газ-жидкость» комбинированным методом</b>	
1.	Дериватограф
2.	Хроматограф
3.	Циркуляционный прибор Отмера
4.	Вискозиметр
5.	Прибор Бушмакена
<b>7. Недостатки изотермического метода изучения равновесия в системе «жидкость-твердое тело»</b>	
1.	Не имеет недостатков
2.	Нельзя проводить исследования для окрашенных жидкостей
3.	Большие затраты времени
4.	Малые затраты времени
5.	Полученные данные не достоверны
<b>8. Очистка газов от аэрозолей</b>	
1.	Абсорбер
2.	Фильтр Петрянова
3.	Фильтр из пористого фторопласта
4.	Адсорбер
5.	Не проводят
<b>9. Какой вакуум считается низким</b>	
1.	До 100 Па
2.	До 10 Па
3.	0,001 – 10 Па
4.	$10^{-3}$ - $10^{-6}$
5.	Меньше $10^5$ Па
<b>10. Какие конструкционные материалы используются при работе в вакууме?</b>	
1.	Фторопласт
2.	Спецстали
3.	Молибденовое стекло
4.	Фарфор
5.	Полипропилен

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Сафин, Р. Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Р. Г. Сафин, А. И. Иванов, Н. Ф. Тимербаев. — Казань : КНИТУ, 2013. — 156 с. — ISBN 978-5-7882-1414-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73344> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Попова, А. А. Физическая химия : учебное пособие / А. А. Попова, Т. Б. Попова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211988> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Исакова, И. В. Катализ в химической технологии неорганических веществ: практикум : учебное пособие / И. В. Исакова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 48 с. — ISBN 978-5-00138-261-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200861> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Лабораторный практикум по химической технологии неорганических веществ : учебно-методическое пособие / С. В. Островский, В. А. Рупчева, О. В. Рахимова, О. А. Федотова. — Пермь : ПНИПУ, 2013. — 159 с. — ISBN 978-5-398-01074-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160946> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература

1. Пономарев А.Б. Методология научных исследований: учебное пособие/ А. Б. Пономарев, Э.А. Пикулева – Пермь: Изд-во Пермский нац. исслед. политехн. Ун-та, 2014. – 186 с.
2. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. – М.: Наука, 1986. – 304 с.
3. Шумяцкий Ю.И. Экспериментальные методы в химической технологии неорганических веществ. – М., МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1986. – 64 с.
4. Крылов О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов. -М.:ИКЦ «Академкнига», 2004. – 679 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 «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 – 8 , (общее число слайдов – 115);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 «*Методы исследований в технологии неорганических веществ*» проводятся в форме 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.

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; 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:**

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.



## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

*Знает, умеет, владеет необходимо заполнить в соответствии с формулировками п.2 и расстановкой по разделам п.5.*

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1</b> Экспериментальные методы исследований в химических технологии неорганических веществ.</p> <p><b>Раздел 2</b> Изучение фазового равновесия в гетерогенных системах</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные конструкционные материалы, лабораторное оборудование для измерения и контроля давления, температуры, скорости газовых потоков;</li> <li>– методы создания низких и высоких давлений и температур;</li> <li>– основные принципы исследования фазовых равновесий, кинетики топохимических и гетерогенно-каталитических процессов;</li> <li>– методы физико-химического анализа, применяемые для интерпретации результатов эксперимента</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять теоретические знания по химии и технологии неорганических веществ при выполнении НИР и выпускной квалификационной работы;</li> <li>– осуществлять выбор конструкционных материалов и монтаж лабораторной установки;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;</li> <li>– способами поиска, сбора и анализа информации;</li> <li>– методами математической обработки результатов эксперимента</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)</p> <p>Оценка за <i>вид контроля из УП</i> (6 семестр)</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Изучение кинетики гетерогенных реакций</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные принципы исследования фазовых равновесий, кинетики топохимических и гетерогенно-каталитических процессов;</li> <li>– методы физико-химического анализа, применяемые для</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр)</p> <p>Оценка за <i>вид контроля из УП</i> ( _ семестр)</p>

	<p>интерпретации результатов эксперимента</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить эксперименты по заданным методикам;</li> <li>– анализировать результаты эксперимента.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способами поиска, сбора и анализа информации;</li> <li>– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов</li> <li>– методами математической обработки результатов эксперимента</li> </ul>	
--	---	--

### **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**  
**«Методы исследований в технологии неорганических веществ»**  
**основной образовательной программы**  
 18.03.01 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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Научные исследования в химической технологии»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« 25 » мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена доктором технических наук, профессором кафедры Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Коньковой Т.В.

.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева «4» апреля 2022 г., протокол № 14.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение шестого семестра.

Дисциплина **«Научные исследования в химической технологии»** относится к дисциплинам по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися углубленных знаний и компетенций, получение и закрепление профессиональных умений и навыков в области проведения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой научных исследований.

**Задачи дисциплины** – дать основные знания по практически всем известным методам исследования химических производств, как традиционным, хорошо известным, так и современным методикам исследования с применением оборудования нового поколения.

Дисциплина **«Научные исследования в химической технологии»** преподается в 8 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 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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	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).
	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 проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	
		ПК -4 Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов	ПК-4.1 Знает современные подходы к научному исследованию ПК-4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада ПК-4.3 Владеет современными методами обработки данных	



		обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау		
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- порядок планирования, проведения и обеспечения экспериментов;
- методы математического анализа и моделирования экспериментального исследования;
- научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

*Уметь:*

- использовать современные информационные технологии, в том числе сетевые компьютерные технологии и базы данных при планировании и проведении экспериментов;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю научных исследований, в том числе с применением Internet-технологий.

*Владеть:*

- идеологией методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
Лабораторные работы (ЛР)	2,67	96	72
в том числе в форме практической подготовки	2,67	96	72
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>90</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		119,6	89,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 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. Исследования в области химической технологии	72	72	0	0	0	0	32	32	40
2.	Раздел 2. Исследования в области очистки сточных вод и газовых выбросов	72	72	0	0	0	0	32	32	40
3.	Раздел 3. Исследования в области технологии функциональных материалов	72	72	0	0	0	0	32	32	40
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>120</b>

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Исследования в области химической технологии**

Разработка составов растворов и технологических параметров процессов химической технологии

### **Раздел 2. Исследования в области очистки сточных вод и газовых выбросов**

Состав сточных вод и газовых выбросов, физико-химический анализ, современные технологий очистки выбросов. Методы ХПК, атомно-абсорбционной спектрометрии, масс-спектрометрии с индукционно-связанной плазмой, спектрофотометрии для качественного и количественного контроля при регенерации и утилизации техногенных отходов.

### **Раздел 3. Исследования в области технологии функциональных материалов**

Синтез катализаторов и адсорбентов и их анализ.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<b>Знать:</b>			
1	– порядок планирования, проведения и обеспечения экспериментов	+	+	+
2	– методы математического анализа и моделирования экспериментального исследования;	+	+	+
3	– научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	+	+	+
	<b>Уметь:</b>			
4	– использовать современные информационные технологии, в том числе сетевые компьютерные технологии и базы данных при планировании и проведении экспериментов	+	+	+
5	– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю научных исследований, в том числе с применением Internet-технологий	+	+	+
	<b>Владеть:</b>			
6	– идеологией методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода	+	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		
11	– ПК-2	– ПК – 2.3	+	+
	– ПК -3	– ПК – 3.3	+	+
12	– ПК- 4	– ПК – 4.1, 4.2, 4.3.	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены

### 6.2 Лабораторные занятия

Научные исследования по дисциплине «**Научные исследования в химической технологии**» выполняется в соответствии с учебным планом в 8 семестре и занимает 96 акад. ч. Лабораторные исследования охватывают 3 раздела дисциплины. Научные исследования, способствует закреплению материала, полученного на предыдущих дисциплинах, а также дает знания об основных методиках исследований в области технологии неорганических веществ.

Максимальное количество баллов за освоение дисциплины составляет 100 баллов.

Примеры тем исследований и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование тем исследований	Часы
1.	1	Анализ минерального сырья, проведение переработки минерального сырья	32
2.	2	Анализ сточных вод и газовых выбросов на содержание различных компонентов	32
3.	3	Анализ свойств функциональных материалов	32

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 сдаче зачета с оценкой
- 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

Оценочные средства предполагают вопросы по теме исследования. Набор баллов осуществляется по результатам предоставления отчета и его защиты.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Степин Б.Д. Техника лабораторного эксперимента в химии. М.:Химия, 1999. – 600 с.
2. Скиба Г.С. Практикум по физической химии: Фазовые и химические равновесия. Химическая кинетика. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2007. – 136 с.
3. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов)/ Н.А. Спирин, В.В. Лавров. Под общ. ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГПУ – УПИ, 2004. – 257 с.
4. Ю.В. Бахтиярова, Р.Р. Минниуллин, В.И. Галкин. Основы химического эксперимента и занимательные опыты по химии.- Казань.: Изд-во Казан.ун-та, 2014 – 144 с.
- 5.Алехина М. Б., Конькова Т.В., Либерман Е. Ю., Кошкин А.Г. Экспериментальные методы исследования адсорбции. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2012. 88 с.
6. Алехина М. Б., Конькова Т.В., Либерман Е. Ю., Кошкин А.Г. Экспериментальные методы исследования в гетерогенном катализе. Лабораторный практикум. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2013. 68 с.

### **Б. Дополнительная литература**

1. Пономарев А.Б. Методология научных исследований: учебное пособие/ А. Б. Пономарев, Э.А. Пикулева – Пермь: Изд-во Пермский нац. исслед. политехн. Ун-та, 2014. – 186 с.
2. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. – М.: Наука, 1986. – 304 с.
3. Крылов О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов. -М.:ИКЦ «Академкнига», 2004. – 679 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

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/>

## **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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 «**Научные исследования в химической технологии**» проводятся в форме лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

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.

### **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:**

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
<p><b>Раздел 1. Исследования в области химической технологии</b></p> <p><b>Раздел 2. Исследования в области очистки сточных вод и газовых выбросов</b></p> <p><b>Раздел 3. Исследования в области технологии функциональных материалов</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– порядок планирования, проведения и обеспечения экспериментов;</li> <li>– методы математического анализа и моделирования экспериментального исследования;</li> <li>– научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать современные информационные технологии, в том числе сетевые компьютерные технологии и базы данных при планировании и проведении экспериментов;</li> <li>– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю научных исследований, в том числе с применением Internet-технологий.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– идеологией методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода.</li> </ul>	<p>Оценка за отчет и его защиту</p>

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

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

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ 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  
«Научные исследования в химической технологии»**

**основной образовательной программы**  
18.03.01 Химическая технология  
Профиль «Технология неорганических веществ»

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Оборудование и основы проектирования производств основного  
неорганического синтеза»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« 25 » мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена доктором технических наук, профессором кафедры Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Коньковой Т.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева «4» апреля 2022 г., протокол № 14.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина **«Оборудование и основы проектирования производств основного неорганического синтеза»**, относится к блоку 2 вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии неорганических веществ.

**Цель дисциплины** – состоит в приобретении обучающимися углубленных знаний и практических навыков по основам проектирования технологического оборудования химических производств и использовании их в профессиональной деятельности.

**Задачи дисциплины** – приобретение знаний, умений и практических навыков в инженерных основах и методах проектирования предприятий по производству неорганических веществ, принципиальных подходах к компоновке оборудования, расчету аппаратов для получения продуктов неорганической технологии с использованием справочной технической литературы, ознакомление с типовым оборудованием используемым в технологии неорганических веществ.

Дисциплина **«Оборудование и основы проектирования производств основного неорганического синтеза»**, преподается в 7-8 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

### 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения профессиональных задач	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности

**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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических 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-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом

		для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов	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-6.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства для получения неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	



В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- основное и вспомогательное оборудование для технологии неорганических веществ;
- принципы организации и стадии проектирования предприятий химической промышленности;
- основы выполнения материальных и тепловых расчетов процессов технологии неорганических веществ;
- классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов;

*Уметь:*

- выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании
- анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;
- составлять спецификацию технологического оборудования;

*Владеть:*

- навыками оформления чертежей с помощью программных средств.
- способами и приёмами составления производственных линий.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>80,8</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,24</b>	<b>80,8</b>	<b>1,79</b>	<b>64,4</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>	-	-	-	-	-	-
Лекции	0,89	32	0,89	32	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	0,89	32	0,44	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,76</b>	<b>99,6</b>	<b>1,22</b>	<b>44</b>	<b>1,54</b>	<b>55,6</b>
Контактная самостоятельная работа		0,8		0,4		0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,76	98,8	1,22	43,6	1,54	55,2
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>0,02</b>	<b>0,72</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	0,02	0,72
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6		0,72
<b>Вид итогового контроля:</b>				<b>Экзамен</b>	<b>Зач с оц.</b>	

#### 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. Введение в проектирование. Основы проектирования химических производств	54	-	16	-	16	-	-	-	22
2.	Раздел 2. Расчет основного и вспомогательного оборудования	54	-	16	-	16	-	-	-	22
3	Курсовой проект	72	-	-	-	16	-	-	-	56
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>100</b>
	Экзамен, зачет с оценкой	36		-		-				-
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>								

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Введение в проектирование. Основы проектирования химических производств**

Химическое предприятие, структура. Основные этапы и организация проектирования химических производств. Предпроектная проработка. Техническое обоснование на проектирование и строительство промышленного объекта. Технико-экономическое обоснование как основной предпроектный документ. Задание на проектирование.

Проектный период. Одностадийное (технико-рабочий проект) и двух стадийное (техническое проектирование и рабочие чертежи) проектирование. Состав технико-рабочего проекта. Порядок рассмотрения и согласования проекта. Экспертиза проекта. Порядок разработки технологической части проекта. Порядок составления и выдачи исходных данных на проектирование новых, а также на расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий и производственных объектов.

### **Раздел 2. Расчет основного и вспомогательного оборудования**

Характеристики конструкционных материалов, критерии их выбора в соответствии с назначением технологического оборудования и условиями его эксплуатации. Классификация материалов, химико-технологических процессов и оборудования. Общие требования к оборудованию, предусмотренные основными нормативными документами. Правила конструирования технологического оборудования и технология его изготовления.

Классификация, конструкция и расчет теплообменных аппаратов, колонных аппаратов, аппаратов высокого давления, реакционного оборудования. Расчет основного оборудования: колонны синтеза, контактные аппараты, аппараты высокого давления, адсорберы, абсорберы и др. Вспомогательное оборудование: фильтровальные установки, насосы, сушильное оборудование.

### **Раздел 3. Курсовой проект**

Выбор технологической схемы и ее комплектование основным и вспомогательным оборудованием. Материальный и тепловой расчеты оборудования. Чертежи технологической схемы и основного технологического аппарата с применением пакета прикладных программ

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<b>Знать:</b>			
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные тенденции развития химической технологии;</li> <li>– основные стадии проектирования предприятий химической промышленности;</li> <li>– исходные данные для проектирования промышленного химического производства;</li> <li>– последовательность выполнения проектных расчетов, особенности выполнения материальных и тепловых расчетов типовых процессов неорганической химии;</li> <li>– требования, предъявляемые к технологическому оборудованию;</li> <li>– классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов</li> </ul>	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +
	<b>Уметь:</b>			
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– давать технико-экономическое обоснование проекта;</li> <li>– выбирать стандартные элементы технологических аппаратов и проводить инженерные расчеты по данным источников технической литературы;</li> <li>– выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании</li> <li>– анализировать результаты расчетов;</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;</li> <li>– составлять спецификацию технологического оборудования;</li> <li>– использовать пакеты прикладных программ для оформления графической части КП и ДП химико-технологических аппаратов и технологических схем</li> </ul>	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +
	<b>Владеть:</b>			
5	– навыками поиска, пользования и анализа технической документации;	+	+	+
6	– навыками разработки принципиальной и технологической схемы производства и ее комплектования необходимым оборудованием;	+	+	+
	<b>Код и наименование УК-1</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		

7	- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения профессиональных задач	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности	+	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
8	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов			
9	ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов	+	+	+
		ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов	+	+	+
		– ПК-6.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства для получения неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	<b>Практическое занятие 1-8</b> Химическое предприятие, структура. Основные этапы и организация проектирования химических производств. Технико-экономическое обоснование проекта. Исходные данные для проектирования промышленного химического производства. Характеристики конструкционных материалов, критерии их выбора в соответствии с назначением технологического оборудования и условиями его эксплуатации.	16
2	2	<b>Практическое занятие 9-16</b> Классификация технологического оборудования. Общие требования к оборудованию, предусмотренные основными нормативными документами. Правила конструирования технологического оборудования и технология его изготовления. Задачи материального и теплового балансов. Особенности конструкции и расчет аппаратов колонных аппаратов высокого давления.	16
3	3	<b>Практическое занятие 17-24</b> Обоснование и выбор технологической схемы. Выбор материала, конструкции технологического аппарата и способа его изготовления. Балансовые расчеты типового технологического оборудования. Механические расчеты типового технологического оборудования Комплектование технологической схемы. Чертеж технологической схемы. Чертеж основного аппарата.	16

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Оборудование и основы проектирования производств основного неорганического синтеза», 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;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине;
- 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.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение 1 контрольной работы (максимальная оценка 20 баллов), реферата (40 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка за курсовой проект (100 баллов) складывается из оценок за выполнение *расчетно-пояснительной записки и чертежей* (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме защиты (40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

1. Сушильное оборудование для тепловой сушки
2. Распылительная сушка, оборудование.
3. Прокалочное оборудование.
4. Грануляторы.
5. Размалывающее оборудование.
6. Оборудование для дробления.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

1. Регламент цеха, структура, содержание
2. Классификация конструкционных материалов.
3. Классификации емкостного оборудования.
4. Аппараты высокого давления, назначение, способы их изготовления.
5. Регулирование температуры в реакционных аппаратах с неподвижным слоем катализатора.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен)**

1. Материалы, используемые для защиты от коррозии.
2. Область применения фторопласта.
3. Материальный баланс, его назначение.
4. Тепловой баланс, его назначение.
5. Основные габариты аппарата.
6. Регламент цеха.
7. Энергосбережение и способы его обеспечения в горячих аппаратах.

8. Принцип расположения катализатора в полочном контактном аппарате окисления сернистого газа, и его связь со степенью превращения.
9. Рекуперация тепла в контактных аппаратах.
10. Аппараты высокого давления, назначение, способы их изготовления.

#### 8.4. Структура и пример билета для экзамена (7 семестр).

**Экзамен** по дисциплине «Оборудование и основы проектирования производств основного неорганического синтеза» включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов по 20 баллов каждый.

«Утверждаю» И.о. зав.кафедрой ТНВ и ЭП Лемешев Д.О. » _____ 2022	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b>
	<b>18.03.01 Химическая технология Профиль - Технология неорганических веществ</b>
	<b>Оборудование и основы проектирования производств основного неорганического синтеза</b>
<b>Билет № 1</b>	
1 Основные габариты аппарата. 6. Регламент цеха.	

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. Основы проектирования химических производств. Под ред. А.И. Михайличенко. М.: ИКЦ «Академкнига». 2005. - 332 с.
2. Захаров В.П., Берлин А.А., Монаков Ю.Б., Дебердеев Р.Я. Физико-химические основы протекания быстрых жидкофазных процессов. М.: Наука, 2008. – 348 с.
3. И. А. Почиталкина, И. А. Петропавловский, И. А. Филенко. Основы проектирования и оборудование: учеб. пособие / М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 56 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., Годес 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. Лацинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. Л.: Машиностроение. 1970.- 752 с.
5. Генкин А.Э. Оборудование химических заводов. М.: Высшая школа. 1986. - 280 с.



- 6.Тетеревков А.И., Печковский В.В. Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования. Минск: Высшая школа. 1981. - 335 с.
- 7.Хуснутдинов В.А., Сайфуллин Р.С., Хабибуллин И.Г. Оборудование производств неорганических веществ. Л.: Химия. 1987. - 247 с.
- 8.Гринберг Я.И. Проектирование химических производств. Л.: Химия. 1970. - 269 с.
- 9.Гуревич Д.А. Проектные исследования химических производств. М.: Химия. 1976. - 208 с.
- 10.Чернобыльский М.Н., Бондарь А.Г., Раевский В.А. Машины и аппараты химических производств. М.: Машиностроение. 1975. - 454 с.
- 11.Сайфуллин Р.С. Неорганические композиционные материалы. М.: Химия, 1983, - 304 с.
12. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984, - 592 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению курсового проекта.

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:

- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- <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://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

## **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы *«Основы проектирования и оборудование химических производств»* подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 280);
- банк вопросов для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 250);
- банк вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150).

## **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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 «Оборудование и основы проектирования производств основного неорганического синтеза» 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
<b>Раздел 1. Введение в проектирование. Основы проектирования химических производств</b>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основное и вспомогательное оборудование для технологии неорганических веществ;</li> <li>– принципы организации и стадии проектирования предприятий химической промышленности;</li> <li>– основы выполнения материальных и тепловых расчетов процессов технологии неорганических веществ;</li> <li>– классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;</li> <li>– составлять спецификацию технологического оборудования;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками оформления чертежей с помощью программных средств.</li> <li>- способами и приёмами составления производственных линий.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу Оценка за реферат Оценка за экзамен (7 семестр)</p>

<p><b>Раздел 2.</b> <b>Расчет основного и вспомогательного оборудования</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основное и вспомогательное оборудование для технологии неорганических веществ;</li> <li>– принципы организации и стадии проектирования предприятий химической промышленности;</li> <li>– основы выполнения материальных и тепловых расчетов процессов технологии неорганических веществ;</li> <li>– классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;</li> <li>– составлять спецификацию технологического оборудования;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками оформления чертежей с помощью программных средств.</li> <li>- способами и приёмами составления производственных линий.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу Оценка за реферат Оценка за экзамен (7 семестр)</p>
<p><b>Раздел 3.</b> <b>Курсовой проект</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основное и вспомогательное оборудование для технологии неорганических веществ;</li> <li>– принципы организации и стадии проектирования предприятий химической промышленности;</li> <li>– основы выполнения материальных и тепловых расчетов процессов технологии неорганических веществ;</li> <li>– классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;</li> </ul>	<p>Оценка за самостоятельную курсовой проект и его защиту (8 семестр)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять спецификацию технологического оборудования;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками оформления чертежей с помощью программных средств.</li> <li>- способами и приёмами составления производственных линий.</li> </ul>	
--	---	--

### **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).

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

**Менделеева»** \_\_\_\_\_

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы проектирования и оборудование химических производств»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 16\_

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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

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

---

«4» апреля 2022 г., протокол № 14

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина **«Основы проектирования и оборудование химических производств»**, относится к блоку 1 вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии неорганических веществ.

**Цель дисциплины** – создание для обучающихся условий приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков в инженерных основах и методах проектирования предприятий по производству неорганических веществ, принципиальных подходах к компоновке оборудования, расчету аппаратов для получения продуктов неорганической технологии с использованием справочной технической литературы.

**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 **«Основы проектирования и оборудование химических производств»**, преподается в VII-VIII семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

### 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения профессиональных задач	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности



**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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических 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-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом

		для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов	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-6.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства для получения неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- основные принципы организации проектирования предприятий химической промышленности;
- основные стадии проектирования предприятий химической промышленности;
- исходные данные для проектирования промышленного химического производства;
- последовательность выполнения проектных расчетов, особенности выполнения материальных и тепловых расчетов типовых процессов неорганической химии;
- требования, предъявляемые к технологическому оборудованию;
- классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов;

*Уметь:*

- давать технико-экономическое обоснование проекта;
- выбирать стандартные элементы технологических аппаратов и проводить инженерные расчеты по данным источников технической литературы;
- выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании
- анализировать результаты расчетов;
- анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;
- составлять спецификацию технологического оборудования;
- использовать пакеты прикладных программ для оформления графической части КП и ДП химико-технологических аппаратов и технологических схем;

*Владеть:*

- навыками поиска, пользования и анализа технической документации;
- навыками разработки принципиальной и технологической схемы производства и ее комплектования необходимым оборудованием;
- навыками разработки и графического изображения аппаратурно-технологических схем, типового оборудования и его отдельных узлов с помощью программных средств для построения технологических аппаратов и схем.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>80,8</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,24</b>	<b>80,8</b>	<b>1,79</b>	<b>64,4</b>	<b>0,44</b>	<b>16</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>	-	-	-	-	-	-
Лекции	0,89	32	0,89	32	0,44	16
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	0,89	32	0,89	32	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	0,89	32	0,44	16
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	1,33	48	0,89	32	0,44	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,76</b>	<b>99,6</b>	<b>1,22</b>	<b>44</b>	<b>1,54</b>	<b>55,6</b>

Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зачс оц.)		0,8		0,4		0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)	2,76	98,8	1,22	43,6	1,54	55,2
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Вид контроля из УП</b>						
<b>Экзамен (если предусмотрен УП)</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>0,02</b>	<b>0,72</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	0,02	0,72
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6		0,72
<b>Вид итогового контроля:</b>				<b>Экзамен</b>	<b>Зач с оц.</b>	

#### 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.	<b>Раздел 1. Введение в проектирование.</b>	24	-	8	-	6	-	-	-	14
1.1	Химические предприятия, структура. Основные этапы и организация проектирования химических производств. Проектно-сметная документация. Технико-экономическое обоснование проекта. Исходные данные для проектирования промышленного химического производства. Химические предприятия, структура. Основные этапы и организация проектирования химических производств.	4	-	2	-	1	-	-	-	2
1.2	Критерии выбора конструкционных материалов. Классификация технологического оборудования.	4	-	2	-	1	-	-	-	4

1.3	Классификация сил и напряжений, причины возникновения и их последствия. Классификация деформаций.	8	-	2	-	2	-	-	-	4
1.4	Технико-экономическое обоснование проекта. Исходные данные для проектирования промышленного химического производства.	8	-	2	-	2	-	-	-	4
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Основы проектирования химического оборудования.</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>21</b>
2.1	Классификация материалов, химико-технологических процессов и оборудования.	10	-	2	-	2	-	-	-	5
2.2	Общие требования к оборудованию, предусмотренные основными нормативными документами. Правила конструирования технологического оборудования и технология его изготовления. Задачи технологического и механического расчетов.	10	-	2	-	2	-	-	-	5
2.3	Классификация сил и напряжений, причины возникновения и их последствия. Классификация деформаций. Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов.	20	-	4	-	6	-	-	-	11
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования.</b>	<b>80</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>44,6</b>

3.1	Мембранная теория в механических расчетах и основные допущения. Основы механического расчета отдельных элементов технологических аппаратов с использованием данных справочной технической литературы.	6	-	2	-	2	-	-	-	2
3.2	Классификация и расчет тонкостенных оболочек на прочность, жесткость и устойчивость конструкции. Эпюры сил и изгибающих моментов, возникающих в оболочке аппарата.	8	-	2	-	4	-	-	-	4
3.3	Фланцы, назначение, классификация, расчет и основные параметры для выбора стандартных элементов по справочной технической литературе.	4	-	2	-	2	-	-	-	4
3.4	Классификация, конструкция и механический расчет теплообменных аппаратов жесткой конструкции и с компенсацией температурных напряжений; колонных аппаратов, аппаратов высокого давления, реакционного оборудования.	62	-	8	-	10	-	-	-	34
	<b>Курсовой проект</b>	<b>72</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60</b>
1	Принципиальная технологическая схема и ее комплектование основным и вспомогательным оборудованием.	12	-	-	-	4	-	-	-	8
2	Балансовые и механические расчеты типового технологического оборудования	36	-	-	-	4	-	-	-	32

3	Чертежи технологической схемы и основного технологического аппарата с применением пакета прикладных программ	24	-	-	-	4	-	-	-	20
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	-	<b>32</b>	-	<b>48</b>	-	-	-	<b>136</b>
	<i>Экзамен /Зач с оц.</i>	<b>36</b>		-		-				-
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>								



## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Введение в проектирование.**

- 1.1. Проектно-сметная документация.
- 1.2. Химические предприятия, структура.
- 1.3. Основные этапы и организация проектирования химических производств.
- 1.4. Техничко-экономическое обоснование проекта.
- 1.5. Исходные данные для проектирования промышленного химического производства.

### **Раздел 2. Основы проектирования химического оборудования.**

- 2.1. Классификация материалов, химико-технологических процессов и оборудования.
- 2.2. Общие требования к оборудованию, предусмотренные основными нормативными документами. Правила конструирования технологического оборудования и технология его изготовления. Задачи технологического и механического расчетов.
- 2.3. Классификация сил и напряжений, причины возникновения и их последствия. Классификация деформаций. Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов.

### **Раздел 3. Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования.**

- 3.1. Мембранная теория в механических расчетах и основные допущения. Основы механического расчета отдельных элементов технологических аппаратов с использованием данных справочной технической литературы.
- 3.2. Классификация и расчет тонкостенных оболочек на прочность, жесткость и устойчивость конструкции. Эпюры сил и изгибающих моментов, возникающих в оболочке аппарата.
- 3.3. Фланцы, назначение, классификация, расчет и основные параметры для выбора стандартных элементов по справочной технической литературе.
- 3.4. Классификация, конструкция и механический расчет теплообменных аппаратов жесткой конструкции и с компенсацией температурных напряжений; колонных аппаратов, аппаратов высокого давления, реакционного оборудования.

### **Курсовой проект**

1. Принципиальная технологическая схема и ее комплектование основным и вспомогательным оборудованием.
2. Балансовые и механические расчеты типового технологического оборудования
3. Чертежи технологической схемы и основного технологического аппарата с применением пакета прикладных программ

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	КП
	<b>Знать:</b>				
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные тенденции развития химической технологии;</li> <li>– основные стадии проектирования предприятий химической промышленности;</li> <li>– исходные данные для проектирования промышленного химического производства;</li> <li>– последовательность выполнения проектных расчетов, особенности выполнения материальных и тепловых расчетов типовых процессов неорганической химии;</li> <li>– требования, предъявляемые к технологическому оборудованию;</li> <li>– классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов</li> </ul>	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +
	<b>Уметь:</b>				
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– давать технико-экономическое обоснование проекта;</li> <li>– выбирать стандартные элементы технологических аппаратов и проводить инженерные расчеты по данным источников технической литературы;</li> <li>– выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании</li> <li>– анализировать результаты расчетов;</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;</li> <li>– составлять спецификацию технологического оборудования;</li> <li>– использовать пакеты прикладных программ для оформления графической части КП и ДП химико-технологических аппаратов и технологических схем</li> </ul>	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +
	<b>Владеть:</b>				
5	– навыками поиска, пользования и анализа технической документации;	+	+	+	+
6	– навыками разработки принципиальной и технологической схемы производства и ее комплектования необходимым оборудованием;	+	+	+	+
	<b>Код и наименование УК-1</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>			

7	- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения профессиональных задач	УК-1.1. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности	+	+	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>				
8	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+	+	+
9	ПК-6.Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов	+	+	+	+
		ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов	+	+	+	+
		– ПК-6.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства для получения неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	+	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	<p><b>Практическое занятие 1 (2 ч).</b> Проектно-сметная документация. Химическое предприятие, структура.</p> <p><b>Практическое занятие 2 (2 ч).</b> Технико-экономическое обоснование проекта. Исходные данные для проектирования промышленного химического производства.</p> <p><b>Практическое занятие 3 (2 ч)</b> Основные этапы и организация проектирования химических производств.</p>	6
2	2	<p><b>Практическое занятие 4 (2 ч).</b> Силы и напряжения, классификации, причины возникновения и их последствия. Классификация деформаций. Критическое напряжение, деформация.</p> <p><b>Практическое занятие 5 (2 ч).</b> Характеристики конструкционных материалов, критерии их выбора в соответствии с назначением технологического оборудования и условиями его эксплуатации.</p> <p><b>Практическое занятие 6 (2 ч).</b> Правила конструирования технологического оборудования и технология его изготовления.</p>	10
3	3	<p><b>Практическое занятие 7 (2 ч).</b> Классификация технологического оборудования. Общие требования к оборудованию, предусмотренные основными нормативными документами.</p> <p><b>Практическое занятие 8 (2 ч).</b> Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования. Мембранная теория в механических расчетах и основные допущения.</p> <p><b>Практическое занятие 9 (2 ч).</b> Особенности конструкции и расчет тонкостенных оболочек на прочность, жесткость и устойчивость конструкции.</p> <p><b>Практическое занятие 10 (2 ч).</b> Эпюры сил и изгибающих моментов, возникающих в тонкой оболочке аппарата.</p> <p><b>Практическое занятие 11. (2 ч)</b> Особенности конструкции фланцев, их механический расчет и выбор по справочной технической литературе.</p>	20

		<p><b>Практическое занятие 12. (2 ч)</b> Особенности конструкции и механический расчет теплообменных аппаратов жесткой конструкции.</p> <p><b>Практическое занятие 13. (2 ч)</b> Особенности конструкции и механический расчет теплообменных аппаратов с компенсацией температурных напряжений.</p> <p><b>Практическое занятие 14. (2 ч)</b> Особенности конструкции колонных аппаратов, механический расчет.</p> <p><b>Практическое занятие 15. (2 ч)</b> Особенности конструкции и механический расчет аппаратов высокого давления.</p> <p><b>Практическое занятие 16. (2 ч)</b> Особенности конструкции и механический расчет реакционного оборудования.</p>	
КП	КП	<p><b>Практическое занятие 1. (2 ч)</b> Обоснование и выбор технологической схемы. Выбор материала, конструкции технологического аппарата и способа его изготовления.</p> <p><b>Практическое занятие 2. (4 ч)</b> Балансовые расчеты типового технологического оборудования.</p> <p><b>Практическое занятие 3. (2 ч)</b> Механические расчеты типового технологического оборудования</p> <p><b>Практическое занятие 4. (2 ч)</b> Комплектование технологической схемы.</p> <p><b>Практическое занятие 5. (1 ч)</b> Чертеж технологической схемы. Чертеж основного аппарата.</p>	12

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «**Основы проектирования и оборудование химических производств**», 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;

- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине;
- 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.

## **8.ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение 1 и 2 контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов за каждую), и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка за курсовой проект складывается из оценок за выполнение *расчетно-пояснительной записки и чертежей* (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме защиты. Максимальная оценка на зачете составляет 40 баллов из расчета 100 баллов по рейтингу.

### **8.1.Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Реферативно-аналитическая работа по «**Основы проектирования и оборудование химических производств**» не предусмотрена.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (одной контрольная работа по разделу 1 и две контрольных работы по разделу 2). Максимальная оценка за каждую контрольную работу 1 составляет 20 баллов.

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

#### **Вопрос 1.1.**

1. Проект промышленного предприятия
2. Основные этапы и организация проектирования химических производств.
3. Выбор района размещения предприятия и площадки строительства

#### **Вопрос 1.2.**

1. Регламент цеха, структура, содержание
2. Оборудование, подведомственное Ростехнадзору, требования, предъявляемые к нему.
3. Классификация деформаций.

#### **Вопрос 1.3.**

1. Классификация конструкционных материалов.
2. Коэффициент стандартизации, факторы, влияющие на его величину.
3. Классификация сил и напряжений

#### **Вопрос 1.4.**

1. Классификация сил и напряжений
2. Классификация деформаций.
3. Основные виды нагрузок, действующие на технологический аппарат.

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

#### **Вопрос 2.1.**

1. Мембранная теория в механических расчетах, основные допущения.
2. Аппараты, к которым не применима мембранная теория.
3. Коэффициент стандартизации, факторы, влияющие на его величину.

#### **Вопрос 2.2.**

1. Фланцы, конструкция, классификация.
2. В чем заключается расчет на прочность, привести на конкретном примере.

3.Разновидности крышек и днищ, область применения.

**Вопрос 2.3.**

- 1.Классификация технологических аппаратов по фазовым группам.
- 2.В чем заключается механический расчет горизонтального футерованного резервуара.
- 3.Отбортовка, назначение.

**Вопрос 2.4.**

- 1.Классификации емкостного оборудования.
- 2.Ребра жесткости, назначение, варианты установки.
3. Классификация цилиндрических обечаек.

**Раздел2. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

**Вопрос 3.1.**

1. Аппараты высокого давления, назначение, способы их изготовления.
2. Шпилька, назначение, конструкция. Ответ проиллюстрировать.
3. Регулирование температуры в реакционных аппаратах с неподвижным слоем катализатора. Пояснить на конкретном примере.

**Вопрос 3.2.**

1. Графический метод определения коэффициента конических днищ, его применение в механических расчетах.
2. Условия применимости расчетной формулы для определения толщины стенки тонкой короткой обечайки.
3. В чем заключается проверка фланцевого соединения на прочность.
4. Эпюра изгибающих моментов в горизонтальном резервуаре, способы нивелирования напряжений.

**Вопрос 3.3.**

1. Теплообменные аппараты жесткой конструкции, условие их применения, причины возникновения температурных напряжений, способы их нивелирования.
- 2.На чем основано действие компенсатора температурных напряжений, пояснить на примере расчетных формул.
- 3.Привести и пояснить схему температурных деформаций трубок и корпуса теплообменного аппарата жесткой конструкции.
- 4.Алгоритм расчета болтовой нагрузки.

**Вопрос 3.4.**

- 1.Аппараты высокого давления, назначение, способы их изготовления.
- 2.Герметичность аппаратов высокого давления, материалы, используемые для этих целей.
- 3.Классификация напряжений, возникающих в аппаратах высокого давления.
- 4.Обтюраторы, определение, назначение, разновидности.

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен, 8 семестр – зачет с оценкой).**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов за каждый.

**8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен).**

- 1.Что подразумевается под ТЭО проекта?
- 2.Меридиональные напряжения, условия их возникновения, обозначение, способы нивелирования.
- 3.Закона Гука и его применение для расчета т/о аппаратов.
- 4.Полочный контактный аппарат: назначение, конструкция, принцип работы. Эскиз

### 8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой).

1. Герметичность аппарата.
2. Обоснование выбора конструкционного материала.
3. Технология изготовления аппарата.
4. Прочность аппарата в условиях эксплуатации и в условиях монтажа.

### 8.4. Структура и пример билета для экзамена (7 семестр).

**8.4.1. Экзамен** по дисциплине «*Основы проектирования и оборудование химических производств*» включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Максимальная оценка составляет 40 баллов.

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой ТНВ и ЭП Лемешев Д.О. » _____ 2022 г	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b>
	<b>18.03.01 Химическая технология</b>
	<b>Профиль - Технология неорганических веществ</b>
	<b>Основы проектирования и оборудование химических производств</b>
<b>Билет № 1</b>	
1. Краевые и распорные напряжения, места возникновения, способы их нивелирования 2. Фланцы, конструкция, классификация. 3. Теплообменные аппараты жесткой конструкции, условие их применения, причины возникновения температурных напряжений, способы их нивелирования. Ответ проиллюстрировать. 4. Шпилька, назначение, особенности конструкции, обеспечивающие минимизацию рабочих напряжений. Ответ проиллюстрировать.	

**8.4.2. Зачет с оценкой** по дисциплине «*Основы проектирования и оборудование химических производств*» включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Максимальная оценка на зачете 40 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой ТНВ и ЭП Лемешев Д.О. » _____ 2022 г	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b>
	<b>18.03.01 Химическая технология</b>
	<b>Профиль - Технология неорганических веществ</b>
	<b>Основы проектирования и оборудование химических производств</b>
<b>Билет № 2</b>	
1. Преимущества представленной схемы производства в сравнении с аналогами. 2. Указать места возникновения распорных напряжений в корпусе аппарата и способы их	



нивелирования.

3. Полное осевое усилие и его связь с герметичностью аппарата.

4. Технология изготовления основного аппарата.

Максимальное количество баллов за *экзамен* (7 семестр) – 40 баллов, за *зачет с оценкой* (8 семестр) – 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. Основы проектирования химических производств. Под ред. А.И. Михайличенко. М.: ИКЦ «Академкнига». 2005. - 332 с.
2. И. А. Почиталкина, И. А. Петропавловский, И. А. Филенко. Основы проектирования и оборудование: учеб. пособие / М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 56 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. Лацинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. Л.: Машиностроение. 1970. - 752 с.
5. Генкин А.Э. Оборудование химических заводов. М.: Высшая школа. 1986. - 280 с.
6. Тетеревков А.И., Печковский В.В. Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования. Минск: Высшая школа. 1981. - 335 с.
7. Хуснутдинов В.А., Сайфуллин Р.С., Хабибуллин И.Г. Оборудование производств неорганических веществ. Л.: Химия. 1987. - 247 с.
8. Гринберг Я.И. Проектирование химических производств. Л.: Химия. 1970. - 269 с.
9. Гуревич Д.А. Проектные исследования химических производств. М.: Химия. 1976. - 208 с.
10. Чернобыльский М.Н., Бондарь А.Г., Раевский В.А. Машины и аппараты химических производств. М.: Машиностроение. 1975. - 454 с.
11. Сайфуллин Р.С. Неорганические композиционные материалы. М.: Химия, 1983, - 304 с.
12. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984, - 592 с.
13. 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 курсового проекта.

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:

- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- <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.ru> - 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://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы «*Основы проектирования и оборудование химических производств*» подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 280);
- банк вопросов для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 250);
- банк вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150).

## 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 проектирования и оборудование химических производств*» 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
1. Введение в проектирование.	Знает: - требования, предъявляемые к	Оценка за

	<p>технологическому оборудованию;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификации технологического оборудования;</li> <li>- основные механические характеристики материалов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять теоретические знания по технологии неорганических веществ при решении поставленных задач;</li> <li>- выбирать конструкционные материалы по справочной литературе в соответствии с назначением оборудования и условиями его эксплуатации;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска, пользования и анализа технической документации.</li> </ul>	<p>контрольную работу №1 (7 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (7 семестр)</p>
<p><b>2. Основы проектирования химического оборудования.</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные элементы конструирования химических аппаратов (материалы, их свойства; защита от коррозии; теплоизоляция и др.);</li> <li>- основные химические производства и общие закономерности химических процессов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать стандартные элементы технологических аппаратов;</li> <li>- проводить поверочные расчеты по данным источников технической литературы и анализировать результаты расчетов;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска, пользования и анализа технической документации;</li> <li>- навыками комплектования технологической схемы необходимым оборудованием;</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2, 3 (7 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (7 семестр)</p>
<p><b>3. Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования.</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации проектирования предприятий химической промышленности;</li> <li>- основные стадии проектирования;</li> <li>- последовательность разработки технологической схемы;</li> <li>- требования, предъявляемые к технологическому оборудованию;</li> <li>- классификации технологического оборудования;</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу № 3 и самостоятельную работу (7 семестр)</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i> (7 семестр)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные элементы конструирования химических аппаратов (материалы, их свойства; защита от коррозии; теплоизоляция и др.);</li> <li>- особенности аппаратов, работающих под атмосферным, избыточным давлением;</li> <li>- основные химические производства и общие закономерности химических процессов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать стандартные элементы технологических аппаратов;</li> <li>- проводить балансовые и поверочные механические расчеты по данным источников технической литературы и анализировать полученные результаты;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска, пользования и анализа технической документации.</li> </ul>	
<p><b>КП</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы организации проектирования предприятий химической промышленности;</li> <li>- основные стадии проектирования;</li> <li>- последовательность разработки технологической схемы;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять спецификацию технологического оборудования;</li> <li>- комплектовать схемы необходимым технологическим оборудованием;</li> <li>- выполнять и читать чертежи аппаратов и схем технологических процессов;</li> <li>- использовать пакеты прикладных программ для оформления графической части курсового проекта и выпускной квалификационной работы;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска, пользования и анализа технической документации;</li> <li>- навыками разработки принципиальной и технологической схемы производства и ее комплектования необходимым оборудованием;</li> <li>- программными средствами для</li> </ul>	<p>Оценка за самостоятельную работу (8 семестр)</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой – защита курсового проекта</i> (8 семестр)</p>

	построения технологических аппаратов и 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  
«Основы проектирования и оборудование химических производств»**

**основной образовательной программы**

18.03.01 Химическая технология

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата

«Технология неорганических веществ»

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы экспериментальных исследований  
в технологии неорганических веществ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**



Программа составлена д.х.н., доцентом кафедры Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Е. Ю. Либерман.

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

---

«4» апреля 2022 г., протокол №14

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение шестого семестра.

Дисциплина «**Основы техники экспериментальных исследований в технологии неорганических веществ**» относится к первой части В.ДВ.1 дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии неорганических веществ.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний основ методологии, принципов организации исследований в химической технологии неорганических веществ.

**Задачи дисциплины** – изучение фазового равновесия и кинетики гетерогенных процессов, выявление факторов, влияющих на основные параметры процессов основного неорганического синтеза, и путей повышения эффективности технологического процесса.

Дисциплина «**Основы техники экспериментальных исследований в технологии неорганических веществ**» преподается в 6 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:**

*(Из соответствующего УП, например):*

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 действия.	УК-1.3 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке;

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

*(Из соответствующего УП с учетом подходящего уровня квалификации из Профстандарта, например):*

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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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 проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	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).
	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	ПК – 4.1 Знает современные подходы к научному исследованию ПК - 4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада ПК - 4.3 Владеет современными методами обработки данных	

		отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау		
--	--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- методы обработки результатов эксперимента;
- принципы исследования фазовых равновесий в гетерогенных системах, критерии установления равновесия;
- исследование равновесий в системах «газ - жидкость», «жидкость – твердое тело», «газ – твердое тело»;
- особенности изучения кинетики топохимических и гетерогенно-каталитических процессов

*Уметь:*

- применять теоретические знания по химии и технологии неорганических веществ при выполнении НИР и выпускной квалификационной работы;
- применять правила Гиббса для нахождения предельной размерности в исследовании равновесий и кинетики гетерогенно-каталитических реакций;
- конструировать экспериментальную установку для исследования равновесия и кинетики гетерогенных процессов;
- проводить эксперименты по заданным методикам;
- анализировать результаты эксперимента;

*Владеть:*

- планированием и проведением научных исследований в области технологии неорганических веществ;
- способами поиска, сбора и анализа информации;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;
- методами математической обработки результатов эксперимента.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,7</b>	<b>96</b>	<b>73</b>
Лекции	0,4	16	12
в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )			
Практические занятия (ПЗ)	0,4	16	12
в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )			
Лабораторные работы (ЛР)	1,8	64	48
в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )	1,8	64	48
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>120</b>	<b>119,6</b>	<b>88,7</b>
Контактная самостоятельная работа ( <i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i> )		0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины			

<b>Вид контроля: зачет с оценкой</b>			
<b>Экзамен (если предусмотрен УП)</b>			
Контактная работа – промежуточная аттестация			
Подготовка к экзамену.			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 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.	<b>Раздел 1. Экспериментальные методы исследований в химической технологии неорганических веществ</b>	<i>40</i>		<i>6</i>		<i>4</i>		<i>4</i>		<i>22</i>
1.1	Специфика научного эксперимента Роль экспериментальных исследований в химической технологии. Обработка результатов эксперимента.	<i>8</i>		<i>2</i>		<i>0</i>		<i>0.</i>		<i>2</i>
1.2	Лабораторное оборудование для измерения расхода жидкости и газа. Измерение температуры. Сжатые газы в лаборатории.	<i>32</i>		<i>4</i>		<i>4</i>		<i>4</i>		<i>20</i>
2.	<b>Раздел 2. Изучение фазового равновесия в гетерогенных системах</b>	<i>146</i>		<i>8</i>		<i>8</i>		<i>40</i>		<i>74</i>

2.1	Исследование фазовых равновесий, вытекающие из концепции динамического равновесия. Правило фаз Гиббса для нахождения предельной размерности в исследованиях фазовых равновесий. Критерии установления практического равновесия.	16		2		2		10		14
2.2	Исследование равновесия в системе жидкость - твердое тело. Техника фильтрования.	16		2		2		10		20
2.2	Исследование равновесия в системе газ - жидкость	16		2		2		10		22
2.3	Исследование равновесия в системе газ - твердое тело. Основные типы систем, параметры и интервал их изменения	16		2		2		10		18
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Изучение кинетики гетерогенных реакций</b>			<b>4</b>		<b>4</b>		<b>20</b>		<b>24</b>
3.1	Исследование кинетики каталитических реакций в системах газ - катализатор и жидкость - катализатор; общие принципы, лимитирующие стадии.			2		2		10		14
3.2	Термический анализ. Возможности метода.			2		2		10		10
	<b>ИТОГО</b>							<b>64</b>		<b>120</b>
	<b>Экзамен (если предусмотрен УП)</b>	<b>УП</b>								
	<b>ИТОГО</b>	<b>УП</b>								



## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Экспериментальные методы исследований в химической технологии неорганических веществ.**

1.1. Эксперимент в химической технологии. Научные исследования: фундаментальные, поисковые, прикладные и разработки Основные задачи экспериментальных исследований в химической технологии. Математическая обработка результатов эксперимента.

1.2. Планирование эксперимента. Лабораторное оборудование. Измерение температуры. Создание изотермических условий. Измерение расходов жидкости и газа. Создание высоких и низких давлений

### **Раздел 2. Изучение фазового равновесия в гетерогенных системах.**

2.1. Основные принципы изучения фазовых равновесий, вытекающие из концепции динамического равновесия. Использование правила фаз Гиббса для нахождения предельной размерности в исследованиях фазовых равновесий. Критерии установления практического равновесия.

2.2. Основные методы изучения равновесия: статический, динамический. Исследование равновесия в системе жидкость - твердое тело. Исследование равновесия в системе газ - жидкость.

2.3. Исследование равновесия в системе газ - твердое тело. Основные типы систем, параметры и интервал их изменения. Применение методов инструментальных физико-химических методов анализа, физических методов *in situ*.

### **Раздел 3. Изучение кинетики гетерогенных реакций.**

3.1. Исследование кинетики каталитических реакций в системах газ - катализатор и жидкость - катализатор; общие принципы, лимитирующие стадии. Проточный реактор идеального вытеснения и его модель применительно к обратной задаче. Интегральный и дифференциальный реакторы. Циркуляционные установки. Сравнительная характеристика проточных и циркуляционных реакторов.

3.2. Термический анализ. Возможности метода

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	<b>Знать: (перечень из п.2)</b>				
1	– методы обработки результатов эксперимента	+	+	+	
2	– принципы исследования фазовых равновесий в гетерогенных системах, критерии установления равновесия	+	+	+	
	– исследование равновесий в системах «газ-жидкость», «жидкость-твердое тело», «газ-твердое тело»	+	+	+	
	– особенности изучения кинетики топохимических и гетерогенно-каталитических процессов	+	+	+	
	<b>Уметь: (перечень из п.2)</b>				
3	– применять теоретические знания по химии и технологии неорганических веществ при выполнении НИР и выпускной квалификационной работы;	+	+		
4	– применять правила Гиббса для нахождения предельной размерности в исследовании равновесий и кинетики гетерогенно-каталитических реакций ...	+	+		
	– конструировать экспериментальную установку для исследования равновесия и кинетики гетерогенных процессов		+		
	– проводить эксперименты по заданным методикам;	+	+	+	
	– анализировать результаты эксперимента;	+	+	+	
	<b>Владеть: (перечень из п.2)</b>				
5	– планированием и проведением научных исследований в области технологии неорганических веществ;	+	+	+	
	– способами поиска, сбора и анализа информации;	+	+	+	
	– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов	+	+	+	
	– методами математической обработки результатов эксперимента	+	+	+	
6	– ...				
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>(какие) компетенции и индикаторы их достижения:</b> <b>(перечень из п.2)</b>					

	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК (перечень из п.2)</b>				
7	– УК-1	– УК – 1.3	+	+	+	
8	– ...	–				
	<b>Код и наименование ОПК (перечень из п.2)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК (перечень из п.2)</b>				
9	– ...	–				
10	–	–				
	<b>Код и наименование ПК (перечень из п.2)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)</b>				
11	– ПК -3	– ПК – 3.3	+	+	+	
	– ПК- 4	– ПК – 4.2	+	+	+	
12	–	– ПК – 4.3	+	+	+	

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Методы обработки экспериментальных данных. Расчет термодинамических параметров.	4
2	2	Исследование фазового равновесия в системе «жидкость – твердое тело», «газ-жидкость», «жидкость-твердое тело-газ»	6
3	2	Исследование фазового равновесия в системе «газ-твердое тело»	2
4	3	Термический анализ. Исследование кинетики топочимических и каталитических реакций	4

### 6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Основы техники экспериментальных исследований*», а также дает знания об основных закономерностях исследования фазового состояния и кинетики реакции в гетерогенных системах.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов (максимально по 10 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1,3	Синтез катализаторов на основе оксидов РЗЭ и определение их каталитической активности в реакции окисления СО	16
2	2	Определение кинетических кривых адсорбции макрокомпонентов воздуха при атмосферном давлении волюмометрическим методом	16
3	2	Исследование эффективности извлечения малорастворимых соединений тяжёлых и цветных металлов из водных растворов методом электрофлотации	16
4	3	Синтез катализаторов и определение их активности в реакции окислительной деструкции органических примесей	16

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* и лабораторного практикума (6\_ 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 15 и 10 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка \_40\_ балла), подготовки и защиты реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме теста (максимальная оценка \_15\_ баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

1. Научный эксперимент в химической технологии
2. Основные направления экспериментальных исследований в химической технологии
3. Сравнительный анализ методов математического и физического моделирования
4. Основные принципы исследования фазового равновесия в гетерогенных системах
5. Применение методов физико-химического анализа для исследования равновесия
6. Исследование фазового равновесия в системе «жидкость-твердое тело»
7. Исследование растворимости изотермическим методом
8. Исследование растворимости визуально-политермическим методом
9. Статический метод изучения равновесия в системе «газ-жидкость»
10. Динамический метод изучения равновесия в системе «газ-жидкость»
11. Исследование равновесия в системе «газ-твердое»
12. Исследование равновесия в системе «газ-твердое» статическим методом
13. Исследование равновесия в системе «газ-твердое» динамическим методом
14. Вакуум. Градация вакуума. Измерение вакуума.
15. Вакуумные установки
16. Оборудование для получения высокого вакуума
17. Особенности исследования адсорбционных процессов
18. Фильтрация. Техника фильтрации
19. Конструкционные материалы в лаборатории
20. Методы идентификации веществ при исследовании равновесия «жидкость - твердое»
21. Методы очистки газовых смесей в лаборатории
22. Методы осушки газовых смесей в лаборатории
23. Исследование равновесия в системе «газ-твердое тело» динамическим методом
24. Конструкционные материалы для исследования равновесия в системе «газ-твердое тело»
25. Особенности исследования кинетики топохимических реакций
26. Определение каталитической активности
27. Особенности исследования равновесия в системах «газ-жидкость»
28. Особенности исследования равновесия в системах «газ-твердое»

29. Особенности исследования равновесия в системах «жидкость-твердое»
30. Сжатые газы. Техника эксплуатации.
31. Измерение температуры и ее регулирование
32. Нагревание и охлаждение.
33. Работа при повышенном давлении
34. Методы физико-химического анализа для исследования равновесия в системе «газ-твердое».
35. Методы физико-химического анализа для исследования равновесия в системе «газ-жидкость».

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 15 и 10 баллов соответственно-

### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 1.1.**

1. Исследование равновесия в системе «газ-жидкость» ...
2. Цели и задачи научного эксперимента ...
3. Исследование равновесия в системе «газ-жидкость-твердое тело»

#### **Вопрос 1.2.**

- Измерение и контроль давления в лабораторных установках ...
- Измерение и контроль температуры в лабораторных условиях....
- Вакуумные насосы.

#### **Вопрос 1.3**

1. Предложить схему экспериментальной установки для исследования каталитической активности диоксида церия в реакции окисления СО статическим методом
2. Предложить схему экспериментальной установки для исследования равновесия реакции при температуре 500°C статическим методом:  

$$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$
3. Предложить схему экспериментальной установки для исследования равновесия реакции восстановления оксидов железа (III) при температуре 300°C в газовой смеси СО ( 10% об.) +N<sub>2</sub>.

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

#### **Вопрос 2.1**

1. Термический анализ
2. Исследование каталитической активности
3. Исследование топохимических реакций

#### **Вопрос 2.2**

1. Предложить схему установки для исследования кинетики окисления СО проточным методом;
2. Предложить схему установки для исследования кинетики разложения карбоната кальция статическим методом;
3. Предложить схему установки для исследования кинетики синтеза аммиака циркуляционным методом;

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам \_ и \_ рабочей программы дисциплины и содержит \_10\_ вопросов по 1,5 балла каждый.

#### 8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (\_ семестр – вид контроля из УП).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 и \_ рабочей программы дисциплины и содержит 10 вопросов по 1,5 балла каждый.

1. Равновесие. Критерии установления равновесия.
2. Исследование фазового равновесия в системе «жидкость-твердое тело»
3. Исследование растворимости изотермическим методом
4. Исследование растворимости визуально-политермическим методом
5. Статический метод изучения равновесия в системе «газ-жидкость»
6. Динамический метод изучения равновесия в системе «газ-жидкость»
7. Измерение и контроль расхода газа в лабораторных установках
8. Исследование равновесия в системе «газ-твердое»
9. Исследование равновесия в системе «газ-твердое» статическим методом
10. Исследование равновесия в системе «газ-твердое» динамическим методом
11. Вакуум. Градация вакуума. Измерение вакуума.
12. Вакуумные установки
13. Оборудование для получения высокого вакуума
14. Исследование адсорбционных процессов
15. Особенности исследования адсорбционных процессов
16. Фильтрация. Техника фильтрации
17. Конструкционные материалы в лаборатории
18. Измельчение. Основное оборудование.
19. Перемешивание. Основное оборудование
20. Методы идентификации веществ при исследовании равновесия «жидкость – твердое»
21. Методы очистки газовых смесей в лаборатории
22. Методы осушки газовых смесей в лаборатории
23. Увлажнение газов в лаборатории
24. Исследование равновесия в системе «газ-твердое тело» динамическим методом
25. Конструкционные материалы для исследования равновесия в системе «газ-твердое тело»
26. Особенности исследования кинетики топочимических реакций
27. Определение каталитической активности
28. Сравнительный анализ методов исследования кинетики топочимических реакций
29. Сравнительный анализ методов определения каталитической активности
30. Особенности исследования равновесия в системах «газ-жидкость»
31. Особенности исследования равновесия в системах «газ-твердое»
32. Особенности исследования равновесия в системах «жидкость-твердое»
33. Сжатые газы. Техника эксплуатации.
34. Методы очистки веществ
35. Измерение температуры и ее регулирование
36. Нагревание и охлаждение.
37. Работа при повышенном давлении
38. Кристаллизация веществ из раствора и расплава

39. Методы физико-химического анализа для исследования равновесия в системе «газ-твердое».
40. Методы физико-химического анализа для исследования равновесия в системе «газ-жидкость».
41. Дисперсность материала.
42. Электронная микроскопия.
43. Рентгенофазовый анализ

#### 8.4. Структура и примеры билетов для вид контроля из УП ( \_ семестр).

<p>«Утверждаю»</p> <p>(Должность, наименование кафедры)</p> <p>(Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p> <p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p> <p><b>Наименование кафедры</b></p> <p><b>Код и наименование направления подготовки</b>  <b>18.03.01 Химическая технология–</b>  <b>«Технология неорганических веществ»</b></p> <p><b>Наименование дисциплины</b></p>
<b>Тест № 1</b>	
<b>1. Укажите условие установления равновесия</b>	
1.	$\Delta G > 0$
2.	$\Delta G < 0$
3.	$\Delta G = 0$
4.	Не зависит от термодинамических параметров
5.	Влияет только температура
<b>2. Экспериментальное определение константы равновесия</b>	
1.	Необходимо проводить при условии достижения равновесия
2.	Невозможно определить
3.	Необходимо проводить при постоянной температуре
4.	Необходимо проводить при постоянном давлении
5.	Необходимо проводить при неизменных концентрациях реагирующих веществ
<b>3. Что можно использовать для ручного измельчения</b>	
1.	Фарфоровая ступка и пестик
2.	Щековая дробилка
3.	Молотковая дробилка
4.	Коллоидная мельница
5.	Конусовая дробилка
<b>4. Какой тип мешалок используется для перемешивания маловязких жидкостей</b>	
1.	Мешалки пропеллерного типа
2.	Центробежные мешалки
3.	Лопастные мешалки
4.	Палочковые мешалки
5.	Использовать барботаж
<b>5. Термометр Бекмана используется</b>	
1.	Для измерения температур в интервале 0-100°C
2.	Является универсальным
3.	Для измерения температур в интервале 2-5°C
4.	Не используется
5.	Для измерения температур в интервале 0-10°C



<b>6. Методы, применяемые для исследования равновесия в системе «газ-жидкость»</b>	
1.	Изотермический метод
2.	Политермический метод
3.	Статический метод
4.	Визуально-политермический метод (Метод Алексеева)
5.	Невозможно определить, нужно воспользоваться справочными данными
<b>7. Выберите метод исследования равновесия в системе «газ-жидкость-твердое тело»</b>	
1.	Статический по жидкой фазе, динамический – по газовой
2.	Статический по газовой фазе, динамический- по жидкой
3.	Статический метод
4.	Динамический метод
5.	По «медленному» плечу
<b>8. Какие конструкционные материалы используются для вакуумных установок</b>	
1.	Стекло «Пирекс»
2.	Молибденовое стекло
3.	Фарфор
4.	Фторопласт
5.	Полиэтилен
<b>9. Для создания низкого вакуума применяют:</b>	
1.	Диффузионный насос
2.	Механический насос
3.	Водоструйный насос
4.	Диффузионный ртутный насос
5.	Геттеры
<b>10. Какие конструкционные материалы используются для создания установок, работающих при высоком давлении?</b>	
1.	Фторопласт
2.	Спецстали
3.	Стекло
4.	Фарфор
5.	Полипропилен

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Сафин, Р. Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Р. Г. Сафин, А. И. Иванов, Н. Ф. Тимербаев. — Казань : КНИТУ, 2013. — 156 с. — ISBN 978-5-7882-1414-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73344> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Попова, А. А. Физическая химия : учебное пособие / А. А. Попова, Т. Б. Попова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211988> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Исакова, И. В. Катализ в химической технологии неорганических веществ: практикум : учебное пособие / И. В. Исакова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 48 с. — ISBN 978-5-00138-261-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200861> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Лабораторный практикум по химической технологии неорганических веществ : учебно-методическое пособие / С. В. Островский, В. А. Рупчева, О. В. Рахимова, О. А. Федотова. — Пермь : ПНИПУ, 2013. — 159 с. — ISBN 978-5-398-01074-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160946> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература

1. Пономарев А.Б. Методология научных исследований: учебное пособие/ А. Б. Пономарев, Э.А. Пикулева – Пермь: Изд-во Пермский нац. исслед. политехн. Ун-та, 2014. – 186 с.
2. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. – М.: Наука, 1986. – 304 с.
3. Шумяцкий Ю.И. Экспериментальные методы в химической технологии неорганических веществ. – М., МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1986. – 64 с.
4. Крылов О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов. -М.:ИКЦ «Академкнига», 2004. – 679 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 «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.muotr.ru/>

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8 , (общее число слайдов – 115);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 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 01.01.2021 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 *«Основы техники экспериментальных исследований в технологии неорганических веществ»* проводятся в форме 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.

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; 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:**

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

*Знает, умеет, владеет необходимо заполнить в соответствии с формулировками п.2 и расстановкой по разделам п.5.*

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1</b> Экспериментальные методы исследований в химических технологии неорганических веществ.</p> <p><b>Раздел 2</b> Изучение фазового равновесия в гетерогенных системах</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы обработки результатов эксперимента;</li> <li>– принципы исследования фазовых равновесий в гетерогенных системах, критерии установления равновесия;</li> <li>– исследование равновесий в системах «газ - жидкость», «жидкость – твердое тело», «газ – твердое тело»;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы обработки результатов эксперимента;</li> <li>– принципы исследования фазовых равновесий в гетерогенных системах, критерии установления равновесия;</li> <li>– исследование равновесий в системах «газ - жидкость», «жидкость – твердое тело», «газ – твердое тело»;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– планированием и проведением научных исследований в области технологии неорганических веществ;</li> <li>– способами поиска, сбора и анализа информации;</li> <li>– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов</li> <li>– методами математической обработки результатов эксперимента</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)</p> <p>Оценка за <i>вид контроля из УП</i> (6 семестр)</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Изучение кинетики гетерогенных реакций</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы обработки результатов эксперимента;</li> <li>– способами поиска, сбора и анализа информации;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности изучения кинетики топохимических и</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр)</p> <p>Оценка за <i>вид контроля из УП</i> (6 семестр)</p>

	<p>гетерогенно-каталитических процессов</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– планированием и проведением научных исследований в области технологии неорганических веществ;</li> <li>– способами поиска, сбора и анализа информации;</li> <li>– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов</li> <li>– методами математической обработки результатов эксперимента</li> </ul>	
--	---	--

### **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  
«Основы экспериментальных исследований в технологии неорганических веществ»**

**основной образовательной программы**  
18.03.01 Химическая технология  
«Основная образовательная программа высшего образования –  
Профиль подготовки «Технология неорганических веществ»

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Практикум по химической технологии»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« 25 » мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена доктором технических наук, профессором кафедры Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Коньковой Т.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева «4» апреля 2022 г., протокол № 14.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение шестого семестра.

Дисциплина «**Практикум по химической технологии**» относится к дисциплинам по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися углубленных знаний и компетенций, получение и закрепление профессиональных умений и навыков в области проведения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой научных исследований.

**Задачи дисциплины** – дать основные знания по практически всем известным методам исследования химических производств, как традиционным, хорошо известным, так и современным методикам исследования с применением оборудования нового поколения.

Дисциплина «**Практикум по химической технологии**» преподается в 8 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 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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	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).
	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 проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	
		ПК -4 Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов	ПК-4.1 Знает современные подходы к научному исследованию ПК-4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада ПК-4.3 Владеет современными методами обработки данных	

		обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау		
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- порядок планирования, проведения и обеспечения экспериментов;
- методы математического анализа и моделирования экспериментального исследования;
- научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

*Уметь:*

- использовать современные информационные технологии, в том числе сетевые компьютерные технологии и базы данных при планировании и проведении экспериментов;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю научных исследований, в том числе с применением Internet-технологий.

*Владеть:*

- идеологией методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
Лабораторные работы (ЛР)	2,67	96	72
в том числе в форме практической подготовки	2,67	96	72
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>90</b>
Контактная самостоятельная работа	1	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		119,6	89,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### 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. Исследования в области химической технологии	72	72	0	0	0	0	32	32	40
2.	Раздел 2. Исследования в области очистки сточных вод и газовых выбросов	72	72	0	0	0	0	32	32	40
3.	Раздел 3. Исследования в области технологии функциональных материалов	72	72	0	0	0	0	32	32	40
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>120</b>

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Исследования в области химической технологии**

Разработка составов растворов и технологических параметров процессов химической технологии. Анализ минерального сырья, проведение переработки минерального сырья. Исследование электрофлотационного процесса твердой фазы из водных растворов. Анализ современных технологий очистки сточных вод производства печатных плат. Исследование влияния заряда и размера частиц на процессы флотации и фильтрации.

### **Раздел 2. Исследования в области очистки сточных вод и газовых выбросов**

Состав сточных вод и газовых выбросов, физико-химический анализ, современные технологий очистки выбросов. Методы ХПК, атомно-абсорбционной спектрометрии, масс-спектрометрии с индукционно-связанной плазмой, спектрофотометрии для качественного и количественного контроля при регенерации и утилизации техногенных отходов.

### **Раздел 3. Исследования в области технологии функциональных материалов**

Синтез катализаторов и адсорбентов и их анализ.



## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<b>Знать:</b>			
1	– порядок планирования, проведения и обеспечения экспериментов	+	+	+
2	– методы математического анализа и моделирования экспериментального исследования;	+	+	+
3	– научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	+	+	+
	<b>Уметь:</b>			
4	– использовать современные информационные технологии, в том числе сетевые компьютерные технологии и базы данных при планировании и проведении экспериментов	+	+	+
5	– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю научных исследований, в том числе с применением Internet-технологий	+	+	+
	<b>Владеть:</b>			
6	– идеологией методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода	+	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>			
	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
11	– ПК-2			
	– ПК -3	+	+	+
12	– ПК- 4	+	+	+
	– ПК – 4.1, 4.2, 4.3.	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены

### 6.2 Лабораторные занятия

Научные исследования по дисциплине «**Практикум по химической технологии**» выполняется в соответствии с учебным планом в 8 семестре и занимает 96 акад. ч. Лабораторные исследования охватывают 3 раздела дисциплины. Лабораторные работы способствует закреплению материала, полученного на предыдущих дисциплинах, а также дает знания об основных методиках исследований в области технологии неорганических веществ.

Максимальное количество баллов за освоение дисциплины составляет 100 баллов.

Примеры тем лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование тем исследований	Часы
1.	1	Анализ минерального сырья, проведение переработки минерального сырья	32
2.	2	Анализ сточных вод и газовых выбросов на содержание различных компонентов	32
3.	3	Синтез и анализ свойств функциональных материалов	32

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 сдаче зачета с оценкой
- 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

Оценочные средства предполагают вопросы по теме лабораторной работы. Набор баллов осуществляется по результатам проделанных четырех лабораторным работ, предоставления отчета и его защиты. Каждая работа оценивается в 25 баллов.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Степин Б.Д. Техника лабораторного эксперимента в химии. М.:Химия, 1999. – 600 с.
2. Скиба Г.С. Практикум по физической химии: Фазовые и химические равновесия. Химическая кинетика. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2007. – 136 с.
3. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов)/ Н.А. Спириин, В.В. Лавров. Под общ. ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГПУ – УПИ, 2004. – 257 с.
4. Ю.В. Бахтиярова, Р.Р. Минниуллин, В.И. Галкин. Основы химического эксперимента и занимательные опыты по химии.- Казань.: Изд-во Казан.ун-та, 2014 – 144 с.
5. Техника экспериментальных исследований. Лабораторные работы/ Составители Т.В. Конькова, Е.Ю. Каратеева, Н.В. Нефедова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2001. – 48 с.
6. Адсорбционные и каталитические процессы. Лабораторные работы/ Составители Т.В. Конькова, Е.Ю. Либерман, М.Б. Алехина, И.А. Почиталкина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. – 72 с.

### **Б. Дополнительная литература**

1. Пономарев А.Б. Методология научных исследований: учебное пособие/ А. Б. Пономарев, Э.А. Пикулева – Пермь: Изд-во Пермский нац. исслед. политехн. Ун-та, 2014. – 186 с.
- Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. – М.: Наука, 1986. – 304 с.
2. Шумяцкий Ю.И. Экспериментальные методы в химической технологии неорганических веществ. – М., МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1986. – 64 с.
3. Крылов О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов. -М.:ИКЦ «Академкнига», 2004. – 679 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

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/>

## **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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 «**Научные исследования в химической технологии**» проводятся в форме лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

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.

### **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:**

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
<p><b>Раздел 1. Исследования в области химической технологии</b></p> <p><b>Раздел 2. Исследования в области очистки сточных вод и газовых выбросов</b></p> <p><b>Раздел 3. Исследования в области технологии функциональных материалов</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– порядок планирования, проведения и обеспечения экспериментов;</li> <li>– методы математического анализа и моделирования экспериментального исследования;</li> <li>– научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать современные информационные технологии, в том числе сетевые компьютерные технологии и базы данных при планировании и проведении экспериментов;</li> <li>– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю научных исследований, в том числе с применением Internet-технологий.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– идеологией методов исследования и анализа, системой выбора методов исследования, оценкой возможностей каждого метода.</li> </ul>	<p>Оценка за отчет о проделанной лабораторной работе и ее защиту.</p>

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

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

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ 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  
«Практикум по химической технологии»**

**основной образовательной программы**  
18.03.01 Химическая технология  
Профиль «Технология неорганических веществ»

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теоретические основы технологии неорганических веществ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
**«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г. протокол № 25**

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**



Программа составлена к.т.н., старшим преподавателем кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов А.Д. Стояновой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов «04» апреля 2022 г., протокол № 14.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и 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 **«Теоретические основы технологии неорганических веществ»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии, в том числе технологии неорганических веществ.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и основных понятий о физико-химических процессах, протекающих при проведения технологических операций переработки минерального сырья, получения продуктов и функциональных материалов в технологии неорганических веществ.

**Задачи дисциплины** – теоретическая подготовка обучающихся для успешного изучения специальных дисциплин, позволяющую выпускнику на основе владения общими принципами подхода к специальным технологиям быстро адаптироваться к конкретной технологии; овладение физико-химическими основами основных процессов, протекающих в химической технологии.

Дисциплина **«Теоретические основы технологии неорганических веществ»** преподается в 4 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
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
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 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	<p>ПК-2.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой</p>	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых 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, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5)

<p>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</p>	<p>- Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>ПК-5.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых 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, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5)</p>
			<p>ПК-5.3 Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	

<p>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</p>	<p>- 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).</p>	<p>ПК-6 Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами</p>	<p>ПК-6.2 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых 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, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5)</p>
--	--	---	---	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- физико-химические основы технологии неорганических веществ;
- общие принципы осуществления химических процессов получения неорганических функциональных материалов и продуктов;

*Уметь:*

- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции;
- управлять скоростью и полнотой протекания технологических процессов.

*Владеть:*

- основными принципами переработки минерального сырья и технологических процессов производства неорганических продуктов и материалов;
- основными способами управления интенсификации технологических процессов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,22	80	60
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1.	72	16	16	-	56
2.	Раздел 2.	72	16	16	-	56
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	-	<b>80</b>
	Экзамен	36	-	-	-	-
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	-	<b>80</b>

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1.** Основные группы производимых неорганических веществ и их классификация. Минеральные удобрения. Функциональные неорганические материалы: катализаторы и адсорбенты. Сырье в технологии неорганических веществ и материалов.

Основные типы процессов, применяемых в производстве неорганических веществ с использованием гетерогенных систем газ-жидкость, газ-твердое, жидкость-твердое, жидкость-жидкость, жидкость-газ. Особенности химико-технологических систем технологии неорганических веществ.

Процесс растворения твердых веществ: термодинамика процесса, скорость растворения. Физическое и химическое растворение. Выщелачивание.

Кристаллизация и осаждение из растворов. Способы кристаллизации. Образование зародышей кристаллов. Гетерогенное и гомогенное образование зародышей. Рост кристаллов. Массовая кристаллизация. Старение осадка. Свойства кристаллических веществ.

Абсорбция газов жидкостями. Растворимость газов в неподвижных жидкостях. Скорость абсорбции газов неподвижными жидкостями. Абсорбция перемешиваемыми жидкостями.

Экстракция. Количественные характеристики экстракционного процесса. Типы экстрагентов и механизмы экстракции. Синергетический эффект при использовании смеси экстрагентов. Кинетика процесса экстракции. Свойства экстрагента и его выбор.

**Раздел 2.** Адсорбция, ее особенности. Структура и применение промышленных адсорбентов. Адсорбционное равновесие. Теория мономолекулярной адсорбции. Теория полимолекулярной адсорбции. Теория объемного заполнения пор. Кинетика адсорбции.

Ионный обмен. Классификация и синтез ионитов. Равновесие ионного обмена. Свойства ионитов. Набухание ионитов. Емкость ионитов. Селективность ионного обмена. Кинетика ионного обмена. Применение ионного обмена и методы его осуществления. Динамика ионного обмена.

Катализ. Механизмы и виды катализа. Кинетика гетерогенно-каталитического процесса. Структура, состав и типы катализаторов. Свойства катализаторов.

Обогащение химического сырья. Технологические показатели процесса обогащения. Способы обогащения. Флотация. Механизм процесса, способы флотации. Флотационные реагенты. Влияние размеров частиц и пузырьков воздуха на флотацию. Схемы флотации.



## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
	<b>Знать:</b>			
1	- физико-химические основы технологии неорганических веществ;		+	+
2	- общие принципы осуществления химических процессов получения неорганических функциональных материалов и продуктов;		+	+
	<b>Уметь:</b>			
3	- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции;		+	+
4	- управлять скоростью и полнотой протекания технологических процессов.		+	+
	<b>Владеть:</b>			
5	- основными принципами переработки минерального сырья и технологических процессов производства неорганических продуктов и материалов;		+	+
6	- основными способами управления интенсификации технологических процессов.		+	+
<b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы достижения:</b>				
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		
7	ПК-2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий	+	+
8		ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	+	+
9	ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+
10		ПК-5.3 Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+

11	ПК-6 Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.2 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов	+	+
----	--	--	---	---

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Расчет периодического процесса очистки солей методом жидкостной экстракции.	4
2	1	Практическое занятие 2. Расчет количественных характеристик процесса экстракции.	4
3	1	Практическое занятие 3. Расчет коэффициентов ускорения абсорбции для конкретных систем и условий.	6
4	2	Практическое занятие 4. Расчет параметров процесса концентрирования солей с использованием ионного обмена.	6
5	2	Практическое занятие 5. Анализ вида выходных кривых и изотерм адсорбции.	6
6	2	Практическое занятие 6. Расчет константы скорости каталитической реакции.	6

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Теоретические основы технологии неорганических веществ*» 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 *экзамена* (4 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), написания и сдачи реферата

(максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме *Экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

1. Химическое растворение твёрдых веществ при переработке природного сырья
2. Химическое выщелачивание при переработке природного сырья
3. Физическое выщелачивание при переработке природного сырья
4. Физическое растворение твёрдых веществ при получении неорганических продуктов
5. Выщелачивание при получении функциональных материалов
6. Физическая кристаллизация
7. Химическое осаждение из растворов
8. Гомогенное осаждение из растворов
9. Осаждение из растворов с использованием газообразных реагентов
10. Кристаллизация как метод очистки солей
11. Катионообменная экстракция
12. Анионообменная экстракция
13. Экстракция нейтральными экстрагентами
14. Применение экстракции для очистки веществ
15. Применение экстракции при переработке минерального сырья
16. Адсорбция для очистки сточных вод
17. Адсорбция для очистки газов
18. Адсорбция для разделения воздуха
19. Применение адсорбции в водоподготовке
20. Применение адсорбции в медицине
21. Ионный обмен в водоподготовке
22. Ионный обмен для концентрирования растворов
23. Ионный обмен для обессоливания воды
24. Ионный обмен для очистки сточных вод
25. Ионный обмен для селективного извлечения ценных элементов
26. Экологический катализ
27. Катализ в получении неорганических веществ
28. Катализ для получения топлива
29. Катализ для очистки выхлопов автомобильных двигателей
30. Катализ с использованием благородных металлов
31. Способы флотации
32. Флотация для очистки сточных вод
33. Электрофлотация для очистки сточных вод
34. Ионная флотация в водоочистке
35. Флотация гидрофобных осадков

### **8.2. 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 (4 семестр) составляет 15 баллов за каждую.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**

**Вопрос 1.1.** Эффективная толщина диффузионного слоя у межфазной поверхности не зависит от:

- 1) скорости перемешивания
- 2) вязкости раствора
- 3) температуры
- 4) поверхности контакта фаз
- 5) концентрации раствора

**Вопрос 1.2.** Что такое выщелачивание?

- 1) процесс поглощения газов, паров, веществ из раствора или газовой смеси поверхностным слоем жидкости или твердого тела
- 2) процесс разделения смеси жидкости за счет разницы в температурах кипения
- 3) процесс экстрагирования водой или водными растворами кислот, щелочей или солей растворимых твердых компонентов
- 4) процесс поглощения газа жидким поглотителем, в котором газ растворим в той или иной степени
- 5) процесс экстрагирования примесей из органической фазы в водную раствором щелочи

**Вопрос 1.3.** Какой из параметров кристаллизации не относится к внутренним параметрам?

- 1) соотношение реагентов
- 2) pH
- 3) температура
- 4) степень пересыщения
- 5) наличие примесей

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**

**Вопрос 2.1.** Что является основной характеристикой микропористых адсорбентов

- 1) истинная плотность
- 2) диаметр пор
- 3) насыпная плотность
- 4) объем пор
- 5) удельная поверхность пор

**Вопрос 2.2.** Сколько стадий в механизме ионообменного процесса?

- а) 10
- б) 8
- в) 5
- г) 7
- д) 9

**Вопрос 2.3.** В чем выражается действие катализатора?

- 1) катализатор ускоряет как прямую, так и обратную реакции
- 2) катализатор изменяет равновесие термодинамически невыгодных обратимых реакций, у которых равновесие сдвинуто в сторону исходных веществ
- 3) катализатор увеличивает только скорость прямой реакции
- 4) катализаторы изменяют состояния равновесия в системе
- 5) катализатор снижает энергию активации реакции

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – экзамен).

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

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

1. Процессы, в которых участвуют две фазы жидкая и твердая, примеры.
2. Процессы, в которых участвуют три фазы жидкая, газ и твердая, примеры.
3. Процессы, в которых участвуют две фазы твердая и газообразная, примеры.
4. Процессы, которые осуществляют с применением функциональных материалов, примеры.
5. Процессы, которые осуществляют без применения функциональных материалов, примеры.
6. . Влияние размера частиц на процесс флотации
7. Выщелачивание, его особенности,
8. Абсорбция. Области применения.
9. Адсорбция. Основные понятия.
10. Ионный обмен. Основные определения, количественные характеристики.
11. Свойства экстрагента.
12. Способы осуществления абсорбции.
13. Экстракция, основные понятия, количественные характеристики.
14. Сущность катализа. Механизмы каталитического процесса и виды катализа.
15. Физическая и химическая адсорбция, отличия.
16. Свойства катализаторов.
17. Флотация, ее механизм.
18. Типы химического растворения.
19. Гомогенное осаждение, пример.
20. Виды переноса в пористом теле.
21. Факторы, влияющие на процесс выщелачивания.
22. Факторы, влияющие на процесс растворения.
23. Кристаллизация из растворов. Способы кристаллизации.
24. Стадии процесса кристаллизации.
25. Химическое осаждение, способы осуществления.
26. Сравнительная характеристика гетерогенного и гомогенного осаждения
27. Старение осадка, его типы.
28. Особенность адсорбции в мезопорах, основные характеристики мезопор
29. Влияние размера пузырьков на процесс флотации
30. Структура промышленных адсорбентов и их применение.
31. Термодинамика процесса кристаллизации, изменение энергии Гиббса.
32. Селективность ионного обмена. Ряды селективности.
33. Стадии ионного обмена.
34. Типы промоторов, механизм действия.
35. Стадии гетерогенно-каталитического процесса.
36. Области протекания гетерогенно-каталитического процесса.
37. Методы осуществления ионного обмена, области применения.
38. Свойства ионитов
39. Положения теории мономолекулярной адсорбции.
40. Положения теории полимолекулярной адсорбции.
41. Как называется уравнение, описывающее мономолекулярную адсорбцию?
42. Как называется уравнение, описывающее полимолекулярную адсорбцию?
43. Как называется уравнение, описывающее стационарную диффузию?
44. Как называется уравнение, описывающее нестационарную диффузию?

45. Как называется уравнение, описывающее капиллярную конденсацию в мезопорах?
46. Как называется уравнение, описывающее объемного заполнения микропор?
47. Как называется уравнение, описывающее адсорбцию слабосорбирующихся газов?
48. Как называется уравнение, описывающее растворимость газов в жидкостях?
49. Каким методом рассчитывают удельную поверхность веществ?
50. Как называется стесненная диффузия?
51. Что является движущей силой растворения?
52. Что является движущей силой кристаллизации?
53. Какое уравнение, применяется для расчета распределения пор по размерам?
54. Что является движущей силой процесса в отсутствие перемешивания?
55. Как называется способность веществ образовывать совместную кристаллическую решетку?
56. Что является основной характеристикой микропор?
57. О чем свидетельствует гистерезис на изотермах адсорбции?
58. Что такое окклюзия?
59. Как изменяется энтропия при растворении?
60. При каком относительном давлении применяется уравнение БЭТ?
61. Приведите факторы, влияющие на размер устойчивого зародыша при кристаллизации
62. Перечислите механизмы экстракции.
63. Приведите факторы, влияющие на размер кристаллов.
64. Загрязнение осадка, приведите типы соосаждения.
65. Коэффициент распределения процесса экстракции.
66. Коэффициент разделения процесса экстракции.
67. Укажите типы экстрагентов.
68. Экстракция нейтральными экстрагентами, приведите механизм.
69. Ионообменная экстракция, приведите механизм.
70. Особенность адсорбции в микропорах, основная характеристика микропор
71. Что такое РСОЕ и как ее определяют?
72. Укажите типы промоторов.
73. Перечислите способы флотации
74. Классификация ионитов, их строение.
75. Что такое ДОЕ и как ее определяют?
76. Что такое коэффициент селективности ионного обмена?
77. Приведите способы обогащения химического сырья
78. Перечислите количественные характеристики процесса обогащения. Что такое степень обогащения?
79. Что такое изоморфизм?
80. Перечислите флотационные реагенты.

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

#### **8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (4 семестр).**

*Экзамен* по дисциплине «*Теоретические основы технологии неорганических веществ*» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *экзамена*:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ТНВиЭП</p> <p>_____</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b></p>
	<p><b>18.03.01 Химическая технология Профиль – «Технология неорганических веществ»</b></p>
	<p><b>Теоретические основы технологии неорганических веществ</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p>	
<p>1. Как называется уравнение, описывающее капиллярную конденсацию в мезопорах?</p>	
<p>2. Что такое РСОЕ и как ее определяют?</p>	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

1. Конькова Т.В., Либерман Е.Ю. Теоретические и практические основы технологии неорганических веществ: учебное пособие для ВУЗов. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2020. – 240 с.
2. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / Т. Г. Ахметов, В. М. Бусыгин, Л. Г. Гайсин, Р. Т. Ахметова ; под редакцией Т. Г. Ахметова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 452 с.
3. Химическая технология неорганических веществ. Книга 1 : учебное пособие / Т. Г. Ахметов, Р. Т. Ахметова, Л. Г. Гайсин, Л. Т. Ахметова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 688 с.
4. Химическая технология неорганических веществ. Книга 2 : учебное пособие / Т. Г. Ахметов, Р. Т. Ахметова, Л. Г. Гайсин, Л. Т. Ахметова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 536 с.
5. Алехина, М. Б. Металлорганические каркасные структуры для очистки и разделения газовых сред [Текст] : учебное пособие / М. Б. Алехина. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018.

### Б. Дополнительная литература:

1. Ленинградский технологический институт им. Ленсовета. Катализ и катализаторы [Текст] : межвузовский сборник научных трудов / Ленинградский технологический институт им. Ленсовета ; ред. И. П. Мухленов. - Л. : ЛТИ, 1990. - 129 с.
2. Шумяцкий, Ю. И. Промышленные адсорбционные процессы [Текст] : учебное пособие / Ю. И. Шумяцкий. - М. : "КолосС", 2009. - 183 с.
3. Позин, М. Е. Физико-химические основы неорганической технологии [Текст] / М. Е. Позин, Р. Ю. Зинюк. - 2-е изд., перераб. - СПб. : Химия, 1993. - 440 с.
4. Крылов, О. В. Гетерогенный катализ [Текст] : учебное пособие для вузов / О. В. Крылов. - М. : Академкнига, 2004. - 679 с
5. Алехина, М. Б. Промышленные адсорбенты [Текст] : учебное пособие / М. Б. Алехина. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 110 с.
6. Милютин, В. В. Современные методы очистки техногенных сточных вод от токсичных примесей [Текст] : учебное пособие / В. В. Милютин, М. Б. Алехина, Б. Е. Рябчиков. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016.



## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

1. Журнал неорганической химии. ISSN 0044-457X
2. Перспективные материалы. ISSN 1028-978X
3. Теоретические основы химической технологии. ISSN 0040-3571
4. Theoretical Foundation of Chemical Engineering. ISSN 0040-5795
5. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
6. Химическая технология. ISSN 1684-5811
7. Доклады Академии наук. ISSN 0869-5652
8. Журнал физической химии. ISSN 0044-4537
9. Известия вузов. Химия и химическая технология. ISSN 0579-2991
10. Известия РАН. Серия химическая. ISSN 0002-3353

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- [www.centerprioritet.ru](http://www.centerprioritet.ru) – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <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/cdf/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 (При необходимости)

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: **(ПРИМЕР)**

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 160);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 95);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 80).

## 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 основы технологии неорганических веществ*» 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 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:**

№	Наименование	Реквизиты	Срок	Примечание
---	--------------	-----------	------	------------

п/п	программного продукта	договора поставки	окончания действия лицензии	
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 Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> </ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
4.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP  Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)
5.	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 модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1.</b>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химические основы технологии неорганических веществ;</li> <li>- общие принципы осуществления химических процессов получения неорганических функциональных материалов и продуктов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качества продукции;</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен (4 семестр)</p>
<b>Раздел 2.</b>	<p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- управлять скоростью и полнотой протекания технологических процессов.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными принципами переработки минерального сырья и технологических процессов производства неорганических продуктов и материалов;</li> <li>- основными способами управления интенсификации технологических процессов.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за экзамен (4 семестр)</p>

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

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

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры 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 оснащенной образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Б

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Теоретические основы технологии неорганических веществ»**

**основной образовательной программы  
18.03.01 Химическая технология**

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата  
«Технология неорганических веществ»

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технология неорганических функциональных материалов:  
катализаторы и адсорбенты»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена:

Доктором технических наук, профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Коньковой Татьяной Владимировной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов «04» апреля 2022 г., протокол № 14.



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению **18.03.01 – Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и 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 в online-формате с применением технологий электронного обучения.

Дисциплина **«Технология неорганических функциональных материалов: катализаторы и адсорбенты»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемых участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической химии. Дисциплина необходима для изучения последующих курсов отдельных специальностей.

**Цель дисциплины:** приобретение обучающимися углубленных знаний, необходимых специалистам в области технологии катализаторов для последующей производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности в получении продукции заданного качества и технически грамотного её применения.

### **Задачи дисциплины:**

- дать основные знания по специальным технологиям катализаторов, позволяющим выпускнику на основе владения общими принципами подхода к специальным технологиям быстро адаптироваться к конкретной технологии,

- дать методы получения катализаторов, особенности проведения стадий производства и их влияние на свойства конечного продукта, основы формования и термообработки катализаторов и носителей, принципы подбора оборудования в производстве катализаторов.

Дисциплина **«Технология неорганических функциональных материалов: катализаторы и адсорбенты»** преподается в 5 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
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
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 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	<p>ПК-2.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой</p>	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых 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, 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)

<p>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</p>	<p>- 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).</p>	<p>ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>ПК-5.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых 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, 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)</p>
			<p>ПК-5.3 Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	

<p>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</p>	<p>- 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).</p>	<p>ПК-6 Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами</p>	<p>ПК-6.1 Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых 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, 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)</p>
--	--	---	--	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- состав и свойства неорганических функциональных материалов;
- методы получения катализаторов и адсорбентов, особенности проведения стадий производства и их влияние на свойства конечного продукта;
- основы формования и термообработки катализаторов, их носителей и адсорбентов,
- оборудование в производстве неорганических функциональных материалов.

*Уметь:*

- анализировать взаимосвязь состава сырья, технологических параметров и свойств получаемых материалов;
- обосновать и составить технологическую схему получения неорганического материала заданного состава и свойств.
- проводить исследования по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;

*Владеть:*

- знаниями технологии неорганических функциональных материалов заданного состава и формы;
- принципами подбора технологической схемы и оборудования в получении неорганических функциональных материалов для различных производственных процессов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,78</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,22</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
Контактная самостоятельная работа	2,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,6	59,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Часов			
			Лек	ПЗ	Лаб. работы	СР
1.	<b>Раздел 1. Основы технологии неорганических функциональных материалов</b>	72	16	16	0	40
2.	<b>Раздел 2. Технологические схемы получения функциональных материалов</b>	72	16	16	0	40
	<b>Всего часов</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>96</b>

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

*Раздел 1. Основы технологии неорганических функциональных материалов*

Введение. Основные понятия: катализаторы, адсорбенты, носители катализаторов. Состав катализаторов, промоторы. Свойства катализаторов: активность, селективность, удельная поверхность и пористость, механическая прочность, термостойкость, ядоустойчивость, теплопроводность, температура зажигания, стоимость. Требования, предъявляемые к промышленным функциональным материалам. Исходное сырье, основы и способы получения катализаторов, адсорбентов. Типы катализаторов: смешанные, осажденные, плавленые, скелетные, нанесенные. Функциональные материалы на основе природных материалов и методы их получения. Плавленые катализаторы и скелетные контактные массы. Механическое смешение компонентов: сухой и мокрый способы, катализатор синтеза метанола. Основные стадии в производстве осажденных материалов: растворение, осаждение (соосаждение), фильтрование, промывка осадка, формовка материала, сушка, прокаливание. Формирование кристаллической и пористой структуры катализатора на стадии осаждения. Золь-гель метод. Ионный обмен в производстве катализаторов и адсорбентов. Адсорбенты с молекулярно-ситовым эффектом. Способы промывки осадков: декантация, репульпация и др.

Термическая обработка материалов: сушка и прокаливание. Способы сушки: вымораживание, сублимация, конвективная, контактная, распылительная. Методы регулирования пористой структуры материалов в процессе термообработки. Формование катализаторов их носителей и адсорбентов: формование из суспензий, золь и растворов – газо- и жидкофазное формование (коагуляция в капле, распыление), дробление твердого материала, формование порошков (таблетирование, гранулирование окатыванием), формование паст (экструзия, вмазывание пасты). Основы экструзионного формования. Основные положения физико-химической механики дисперсных систем. Методы исследования и управления реологическими свойствами формируемых дисперсных систем.

Основные носители катализаторов (оксид алюминия, цеолиты, силикагель, активный уголь и др.), их свойства и методы получения. Способы нанесения активных компонентов на носитель: нанесение из расплавов, из растворов, из коллоидных систем. Адсорбционные и пропиточные катализаторы. Пропитка окунанием, опрыскиванием, с упариванием раствора. Регулирование глубины пропитки.

## **Раздел 2. Технологические схемы получения функциональных материалов**

Технологические схемы получения катализаторов на примере осажденных катализаторов окисления монооксида углерода, катализаторов очистки выхлопных газов автотранспорта, катализаторов окисления органических веществ в сточных водах, конверсии природного газа, платинового сетчатого катализатора окисления аммиака, железного катализатора синтеза аммиака и др. Производство силикагеля. Оксид алюминия как адсорбент, носитель и катализатор, его получение и применение. Производство углеродных адсорбентов методом карбонизации углеродсодержащего сырья. Составление схем по заданным составам и условиям использования адсорбентов и катализаторов. Решение задач по получению осажденных материалов и нанесенных катализаторов.

## **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	<b>Знать:</b>		
1	- состав и свойства катализаторов и адсорбентов;	+	+
2	- методы получения неорганических функциональных материалов, особенности проведения стадий производства и их влияние на свойства конечного продукта	+	+
3	- основы формования и термообработки адсорбентов, катализаторов и носителей,	+	+

4	- оборудование в производстве неорганических функциональных материалов.		+	+
	<b>Уметь:</b>			
5	- анализировать взаимосвязь состава сырья, технологических параметров и свойств получаемых катализаторов и адсорбентов;		+	+
6	- обосновать и составить технологическую схему получения материала заданного состава и свойств.		+	+
7	- проводить исследования по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;		+	+
	<b>Владеть:</b>			
8	- знаниями технологии катализаторов и адсорбентов заданного состава и формы;		+	+
9	- принципами подбора технологической схемы и оборудования в получении функциональных материалов для различных производственных процессов.		+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>компетенции и индикаторы достижения:</b>				
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		
10	ПК-2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий	+	+
11		ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	+	+
12	ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+
13		ПК-5.3 Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+
14	ПК-6 Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.1 Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Расчет материального баланса двухкомпонентных осажденных оксидных систем и состава катализатора.	4
2	1	Практическое занятие 2. Расчет содержания активных компонентов в катализаторе нанесенного типа.	4
3	1	Практическое занятие 3. Сушка функциональных материалов	6
4	1	Практическое занятие 4. Разработка схем получения катализаторов осажденного типа.	6
5	1	Практическое занятие 5. Разработка схем получения катализаторов нанесенного типа.	6
6	1	Практическое занятие 6. Разработка схем получения катализаторов заданного состава и формы.	6

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Технология неорганических функциональных материалов: катализаторы и адсорбенты» 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 курса;
- подготовку к выполнению тестов по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета 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. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), написания и сдачи реферата



(максимальная оценка 30 баллов) и итогового тестирования (максимальная оценка 40 баллов) в форме *Зачета с оценкой*.

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Синтез и применение функциональных материалов на основе природных цеолитов
2. Синтез и применение функциональных материалов на основе синтетических углеродных материалов
3. Синтез и применение функциональных материалов на основе аморфного оксида кремния (силикагеля)
4. Синтез и применение функциональных материалов на основе оксида алюминия
5. Синтез и применение функциональных материалов на основе синтетических алюмосиликатов
6. Синтез и применение функциональных материалов на основе синтетических цеолитов
7. Синтез и применение функциональных материалов на основе полимеров
8. Синтез и применение функциональных материалов на основе композиционных материалов
9. Синтез и применение функциональных материалов на основе природных слоистых алюмосиликатов
10. Синтез и применение функциональных материалов на основе мезоструктурированных силикатных материалов
11. Синтез и применение функциональных материалов на основе природного углеродсодержащего сырья
12. Синтез и применение функциональных материалов на основе природных алюмосиликатов для очистки сточных вод от органических веществ
13. Синтез и применение функциональных материалов на основе углеродных материалов для очистки сточных вод от органических веществ
14. Синтез и применение функциональных материалов на основе оксида алюминия для очистки сточных вод от органических веществ.
15. Синтез и применение катализаторов, содержащих редкоземельные элементы для окисления монооксида углерода
16. Синтез и применение катализаторов восстановления оксидов азота
17. Синтез и применение трехфункциональных катализаторов очистки выхлопных газов двигателей
18. Синтез и применение катализаторов очистки выхлопных газов дизельных двигателей
19. Синтез и применение катализаторов для очистки сточных вод от органических веществ
20. Синтез и применение катализаторов для окисления органических примесей в газовой фазе
21. Пилларирование слоистых алюмосиликатов для каталитических процессов
22. Катализаторы дегидрирования на основе диоксида кремния
23. Катализаторы, синтезированные золь-гель методом
24. Катализаторы, синтезированные темплатным методом
25. Осажденные катализаторы, содержащие редкоземельные элементы
26. Катализаторы для окисления органических веществ с помощью озона
27. Катализаторы на основе оксида кремния для очистки сточных вод от органических веществ.
28. Катализаторы на основе цеолитов для деструкции органических примесей в сточных водах
29. Катализаторы для окисления органических веществ с помощью кислорода
30. Фотокатализаторы окисления органических веществ в присутствии пероксида водорода

## 8.2. Примеры задач для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за которые составляет 30 баллов, по 15 баллов за каждую контрольную работу.

### Контрольная работа № 1

Вариант 1

Носитель  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  с объемом пор  $0,5 \text{ см}^3/\text{г}$  опрыскивали смесью растворов нитратов меди и железа с концентрацией  $1,1 \text{ моль/л}$  без избытка по влагоемкости, молярное соотношение  $\text{Cu} : \text{Fe} = 2 : 3$ . 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 ( $\text{CuO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и на металлы.

Вариант 2

Носитель  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  с объемом пор  $0,4 \text{ см}^3/\text{г}$  опрыскивали смесью растворов нитратов марганца и циркония с концентрацией  $0,6 \text{ моль/л}$  без избытка по влагоемкости, молярное соотношение  $\text{Mn} : \text{Zr} = 3 : 7$ . 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 ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZrO}_2$ ) и на металлы.

Вариант 3

Носитель  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  с объемом пор  $0,3 \text{ см}^3/\text{г}$  опрыскивали смесью растворов нитратов цинка и железа с концентрацией  $0,5 \text{ моль/л}$  без избытка по влагоемкости, молярное соотношение  $\text{Zn} : \text{Fe} = 1 : 4$ . 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 ( $\text{ZnO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и на металлы.

Вариант 4

Носитель  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  с объемом пор  $0,6 \text{ см}^3/\text{г}$  опрыскивали смесью растворов нитратов никеля и марганца с концентрацией  $1,7 \text{ моль/л}$  без избытка по влагоемкости, молярное соотношение  $\text{Ni} : \text{Mn} = 3 : 2$ . 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 ( $\text{NiO}$  и  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ) и на металлы.

Вариант 5

Носитель  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  с объемом пор  $0,5 \text{ см}^3/\text{г}$  опрыскивали смесью растворов нитратов кобальта и меди с концентрацией  $1,2 \text{ моль/л}$  без избытка по влагоемкости, молярное соотношение  $\text{Co} : \text{Cu} = 1 : 9$ . 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 ( $\text{Co}_3\text{O}_4$  и  $\text{CuO}$ ) и на металлы.

### Контрольная работа № 2

1. Разработать принципиальную технологическую схему получения осажденного катализатора, состоящего из оксида железа и представляющего собой гранулы размером 5 мм.
2. Разработать принципиальную технологическую схему получения осажденного катализатора, состоящего из оксида железа и представляющего собой гранулы размером 1 мм.

3. Разработать принципиальную технологическую схему получения осажденного катализатора, состоящего из оксида железа и представляющего собой таблетки размером 5x3 мм.
4. Разработать принципиальную технологическую схему получения осажденного катализатора, состоящего из оксида марганца и представляющего собой гранулы размером 3x5 мм.
5. Разработать принципиальную технологическую схему получения осажденного катализатора, состоящего из оксида марганца и представляющего собой гранулы размером 1 мм.

### **8.3. Вопросы для итогового тестирования**

1. Состав и структура функциональных материалов, промоторы.
2. Классификация катализаторов.
3. Способы получения функциональных материалов.
4. Свойства промышленных катализаторов.
5. Основные этапы в приготовлении катализаторов и адсорбентов.
6. Смешанные катализаторы, способы смешения материалов.
7. Механоактивация в технологии катализаторов.
8. Плавленные и скелетные катализаторы
9. Осажденные функциональные материалы, стадии и методы осаждения.
10. Параметры осаждения их влияние на свойства осадка.
11. Стадии формирования гидроксидов при химическом осаждении.
12. Золь-гель технологии получения катализатора, адсорбентов и носителей.
13. Функциональные материалы на основе природных материалов: глины, цеолиты.
14. Отделение твердой фазы от жидкой, промывка осадков.
15. Способы формования функциональных материалов.
16. Измельчение твердых материалов, его механизмы, оборудование.
17. Способы помола материалов, оборудование.
18. Формование коагуляцией в капле, распыление.
19. Гранулирование окатыванием, оборудование.
20. Формование таблетированием.
21. Основы экструзионного формования, устройство экструдера.
22. Структурообразование в вязких средах, влияние влажности пасты на процесс формования.
23. Структурно-механические свойства формируемых масс.
24. Сушка материалов, способы осуществления.
25. Формы связи влаги с материалом, периоды сушки.
26. Особенности сушки сформованных изделий, регулирование пористой структуры материалов при термообработке.
27. Процессы, протекающие при прокаливании материалов, спекание.
28. Нанесенные катализаторы, способы нанесения активных компонентов на носитель, типы взаимодействия носитель - нанесенное вещество, режимы пропитки.
29. Распределение нанесенного компонента на носителе, регулирование глубины пропитки.
30. Носители катализаторов, их свойства, примеры.
31. Сравнительная характеристика способов формования
32. Требования к катализаторам для жидкофазных процессов.
33. Требования к катализаторам для газофазных процессов.
34. Сравнительная характеристика способов сушки
35. Сравнительная характеристика способов прокаливания
36. Катализаторы на основе цеолитов

37. Катализаторы для окислительно-восстановительных процессов
38. Катализаторы для экологического катализа
39. Гомогенное осаждение при получении катализаторов.
40. Типы промоторов, механизм их действия.
41. Фильтрование осадков, оборудование.
42. Факторы, влияющие на процесс фильтрования.
43. Сравнительная характеристика методов помола материалов.
44. Сравнительная характеристика методов смешения материалов.
45. Требования к катализаторам, работающим во взвешенном слое.
46. Каталитические яды, механизм их действия.
47. Факторы, влияющие на процесс экструзионного формования.
48. Классификация гидроксидов по способности к кристаллизации.
49. Оборудование для смешения материалов.
50. Способы промывки осадков и аппаратное оформление.

Пример билета для зачета с оценкой:

<p>«Утверждаю» И.о.зав. кафедрой ТНВ и ЭП Лемешев Д.О.</p> <p>_____</p> <p>Дата</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Направление подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология Профиль «Технология неорганических веществ» Дисциплина «Технология неорганических функциональных материалов: катализаторы и адсорбенты»</b></p>
<p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</b></p> <p>1. Классификация катализаторов. 2. Отделение твердой фазы от жидкой, промывка осадков, способы осуществления и аппаратное оформление.</p>	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1 Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература:

1. Конькова Т.В., Либерман Е. Ю. Основы технологии катализаторов гетерогенных процессов // Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2018. 120

#### Б. Дополнительная литература:

1. Конькова Т.В., Алехина М. Б., Либерман Е. Ю., Кошкин А.Г Экспериментальные методы исследования в гетерогенном катализе. // Лабораторный практикум: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2013. 68 с.
2. Крылов О. В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига». 2004. 679 с.
3. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов Учебное пособие. М.: ИКЦ «Академкнига». 2007. 309 с.
4. Ильин, А. П. Физико-химическая механика в технологии катализаторов и сорбентов / А. П. Ильин, В. Ю. Прокофьев. — Иваново : ИГХТУ, 2004. — 316 с. — ISBN 5-9616-0049-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4470> (дата обращения: 20.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Презентационные материалы.
- Конспекты лекций.

Научно-технические журналы:

1. Журнал неорганической химии. ISSN 0044-457X
2. Перспективные материалы. ISSN 1028-978X
3. Теоретические основы химической технологии. ISSN 0040-3571
4. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
5. Химическая технология. ISSN 1684-5811
6. Кинетика и катализ ISSN 0453-8811
7. Доклады Академии наук. ISSN 0869-5652
8. Журнал физической химии. ISSN 0044-4537
9. Известия вузов. Химия и химическая технология. ISSN 0579-2991
10. Известия РАН. Серия химическая. ISSN 0002-3353

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- [www.centerprioritet.ru](http://www.centerprioritet.ru) – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <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 учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций – 8, (общее число слайдов – 160).
- банк тестовых заданий (общее число вопросов – 175).
  - банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 95);
  - банк тестовых заданий для итогового тестирования (общее число вопросов – 80).

## 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 катализаторов ющегося».

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Электронные средства демонстрации (компьютер со средствами аудиовидеовоспроизведения).

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; видеолекции.

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

Персональные компьютеры, принтерами и программными средствами; 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; 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 Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.
4.	O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP  Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)
5.	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)

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1. Основы технологии неорганических функциональных материалов</b>	<i>Знает:</i> - состав и свойства катализаторов; - методы получения катализаторов, особенности проведения стадий производства и их влияние на свойства конечного продукта;	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка за реферат Оценка за зачет

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основы формования и термообработки катализаторов и носителей,</li> <li>- оборудование в производстве катализаторов.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать взаимосвязь состава сырья, технологических параметров и свойств получаемых катализаторов;</li> <li>- обосновать и составить технологическую схему катализатора заданного состава и свойств.</li> <li>- проводить исследования по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями технологии катализаторов заданного состава и формы;</li> <li>- принципами подбора технологической схемы и оборудования в получении катализаторов для различных производственных процессов.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 2. Технологические схемы получения функциональных материалов</b></p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- состав и свойства неорганических функциональных материалов;</li> <li>- методы получения катализаторов и адсорбентов, особенности проведения стадий производства и их влияние на свойства конечного продукта;</li> <li>- основы формования и термообработки катализаторов, их носителей и адсорбентов,</li> <li>- оборудование в производстве неорганических функциональных материалов.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать взаимосвязь состава сырья, технологических параметров и свойств получаемых материалов;</li> <li>- обосновать и составить технологическую схему получения неорганического материала заданного состава и свойств.</li> <li>- проводить исследования по заданным методикам и анализировать результаты экспериментов;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями технологии неорганических функциональных материалов заданного состава и формы;</li> <li>- принципами подбора технологической</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>



	схемы и оборудования в получении неорганических функциональных материалов для различных производственных процессов.	
--	---	--

### **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  
«Технология неорганических функциональных материалов: катализаторы и  
адсорбенты»**

**основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Технология неорганических веществ: каталитические  
процессы»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация бакалавр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

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  

---

« 4 » апреля 2022 г., протокол №14

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 5 семестра.

Дисциплина **«Технология неорганических веществ: каталитические процессы»** относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана (Б1.В.07) и рассчитана на изучение дисциплины в одном семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по базовым дисциплинам рабочего учебного плана естественно-научного цикла, таких как «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Процессы и аппараты химической технологии» и других.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций в области технологии неорганических веществ, включая каталитические процессы и их особенность в технологии основного неорганического синтеза, а также изучение физико-химических основ и факторов, влияющих на неорганические процессы.

### **Задачи дисциплины :**

- формирование у студентов базовых знаний и основных понятий технологии неорганических веществ и каталитических процессов, представлений о ее отличительной особенности;
- получение необходимых знаний об особенностях технологии получения кислорода, азота и благородных газов с использованием криогенной технологии;
- получение необходимых знаний о термодинамике процессов глубокого холода и термодинамических диаграммах;
- формирование у студентов знаний о кинетике и механизме гетерогенного катализа в технологии неорганических веществ;
- получение необходимых знаний о разделении газовых смесей с целью получения индивидуальных компонентов и синтез-газов;
- получение необходимых знаний об основных закономерностях технологии неорганических веществ и основных неорганических продуктах связанного азота и серной кислоты.

Дисциплина **«Технология неорганических веществ: каталитические процессы»** преподается в 5 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 **«Технология неорганических веществ: каталитические процессы»** при подготовке бакалавров по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**, профиль подготовки – **«Технология неорганических веществ»** направлено на приобретение следующих компетенций.

**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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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	ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	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
		ПК-5.	ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов	
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-5.3. Владеет методами получения неорганических веществ и материалов	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-6	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

**знать:**

- основные понятия технологии неорганических веществ и каталитических процессов, представлений о ее отличительной особенности;
- основные закономерности технологии неорганических веществ и основных неорганических продуктах связанного азота и серной кислоты.

**уметь:**

- использовать методы исследования и определения параметров процессов основного неорганического синтеза;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;
- проводить эксперименты по заданным методикам;
- анализировать результаты экспериментов;

**владеть:**

- методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;
- методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

<b>Вид учебной работы</b>	<b>ЗЕ</b>	<b>Акад. ч.</b>	<b>Астр. ч.</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>			
Лекции	1,333	48	36
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)			
Практические занятия (ПЗ)	1,333	48	36
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)			
Лабораторные работы (ЛР)			
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3.333</b>	<b>84</b>	<b>63</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)	3,333	84	63
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен (если предусмотрен УП)</b>	<b>0,99</b>	<b>35,6</b>	<b>26,7</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0.01	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>экзамен</b>		



## 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
	<b>Введение</b>	<i>1</i>	-	<i>1</i>	-	-	-	-	-	-
<b>1.</b>	<b>Раздел 1.</b>									
	Физико-химические основы и технологии процессов разделения газовых смесей сложного состава и синтеза продуктов основного неорганического синтеза	<b>90</b>	-	<b>27</b>	-	<b>28</b>	-	-	-	<b>35</b>
1.1	Процессы очистки газовых потоков от вредных примесей	<b>30</b>		<b>9</b>		<b>9</b>				<b>12</b>
1.2	Неорганические синтезы на основе газового сырья	<b>30</b>		<b>9</b>		<b>9</b>				<b>12</b>
1.3	Технологии модернизированных процессов разделения газовых смесей сложного состава и синтеза продуктов	<b>30</b>		<b>9</b>		<b>10</b>				<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>Раздел 2.</b>									
	Особенности аппаратуры и технологического оформления процессов неорганического синтеза	<b>60</b>	-	<b>15</b>	-	<b>15</b>	-	-	-	<b>30</b>
2.1	Варианты реализации процессов термической переработки веществ	<b>20</b>		<b>5</b>		<b>5</b>				<b>10</b>

2.2	Оформление адсорбционных процессов. Конструктивные особенности адсорберов.	20		5		5				10
2.3	Технологические схемы синтеза аммиака и особенности оборудования.	20		5		5				10
<b>3.</b>	<b>Раздел 3.</b>									
	Решения экологических проблем технологии основного неорганического синтеза	30	-	5	-	5	-	-	-	20
3.1	Основные экологические проблемы и их решение при получении водорода и синтез-газов.	10		2		2				7
3.2	Проблемы экологии при синтезе неорганических веществ.	10		2		2				7
3.3	Детоксикация отходящих газов и очистка сточных вод в неорганическом производстве.	10		1		1				6
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>84</b>
	<b>Экзамен (если предусмотрен УП)</b>	<b>36</b>								
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>								

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Введение.

Основные продукты технологии неорганического синтеза – чистые газы, газовые смеси заданного состава (синтез-газы), продукты на основе синтез-газов. Их значение для экономики и области применения. Основные направления развития технологии неорганического синтеза. Особенности сырья для получения продуктов неорганического синтеза.

### Раздел 1. Физико-химические основы и технологии процессов разделения газовых смесей сложного состава и синтеза продуктов основного неорганического синтеза

#### 1.1 Процессы очистки газовых потоков от вредных примесей

Каталитическое гидрирование и дегидрирование сероорганических соединений. Каталитическая очистка отходящих газов от оксида азота и серы.

Адсорбционные методы очистки и разделения газов

Адсорбционная осушка газов. Адсорбционная очистка отходящих газов от оксидов углерода, серы и азота. Особенности технологии и аппаратуры адсорбционных и каталитических процессов очистки и разделения газов.

Абсорбенты и их характеристика – вода, растворы щелочей, аммиак, органические растворители: аминоспирты, метилдиэтаноламин и др. Абсорбционная очистка газов от оксидов углерода, соединений серы. Очистка технологических газов от соединений селена и мышьяка.

Криогенные процессы очистки и разделения газов, термодинамика процесса.

Получение азота, кислорода и синтез-газов криогенным методом.

#### 1.2 Неорганические синтезы на основе газового сырья

Синтез аммиака

Физико-химические основы синтеза. Катализаторы синтеза аммиака, их свойства и методы получения. Технология процесса. Особенности энерготехнологии при получении аммиака. Расчет и анализ материальных и тепловых балансов технологической схемы синтеза аммиака.

Технология разбавленной азотной кислоты

Физико-химические основы процесса получения разбавленной азотной кислоты. Окисления аммиака. Катализаторы процесса, их особенности и свойства. Механизм катализа.

Окисление оксида азота. Равновесие и кинетика процесса.

Абсорбция оксидов азота с получением разбавленной азотной кислоты. Химизм процесса. Обоснование технологических режимов стадий окисления оксида азота и абсорбции полученных продуктов.

Промышленные агрегаты производства разбавленной азотной кислоты, их классификация по технологическим параметрам. Технологические схемы процессов. Особенности энерготехнологии при производстве азотной кислоты.

Технология концентрированной азотной кислоты.

Основы концентрирования разбавленной азотной кислоты и прямой способ получения концентрированной азотной кислоты. Технологические схемы и аппаратное оформление процессов.

### **1.3 Технологии модернизированных процессов разделения газовых смесей сложного состава и синтеза продуктов**

Технология серной кислоты

Контактный метод производства серной кислоты. Основные стадии процесса. Получение диоксида серы.

Окисление диоксида серы в триоксид. Физико-химические основы процесса. Катализаторы окисления, их свойства и методы получения.

Абсорбция триоксида серы. Химизм процесса. Принципы организации технологии абсорбции триоксида серы. Пути интенсификации сернокислотного производства.

Получение серной кислоты методом двойного контактирования и двойной абсорбции (ДК-ДА).

Получение аммиачной селитры.

Физико-химические основы процесса, пути кондиционирования и модифицирования селитры с целью устранения слеживаемости и снижения взрывоопасности. Технологические схемы синтеза селитры и гранулирования, аппаратное оформление процесса и основные аппараты.

Технология сульфата аммония.

Способы синтеза, физико-химические основы технологии из аммиака, содержащегося в коксовом газе и надсмольной воде. Технологическая схема и основные аппараты.

Синтез карбамида (мочевины)

Физико-химические основы синтеза мочевины. Методы рециркуляции аммиака и диоксида углерода. Технология процесса с жидкостным рециклом. Стриппинг – процесс получения мочевины.

## **Раздел 2. Особенности аппаратуры и технологического оформления процессов неорганического синтеза**

### **2.1 Варианты реализации процессов термической переработки веществ**

Варианты технологической реализации процессов термической переработки веществ и их сравнение по степени извлечения целевого продукта, затратам и возможности утилизации отходов. Характеристика основных аппаратов.

Конструктивные особенности электролизеров для разложения водных хлоридов. Пути снижения энергетических затрат.

### **2.2 Оформление адсорбционных процессов. Конструктивные особенности адсорберов.**

Технологическое оформление адсорбционных процессов. Конструктивные особенности адсорберов. Короткоцикловые безнагревные установки. Адсорбционные процессы очистки синтез-газа от диоксидов углерода.

### **2.3 Технологические схемы синтеза аммиака и особенности оборудования.**

Технологические схемы синтеза аммиака и продуктов на его основе и особенности оборудования.

Конструктивные особенности основного оборудования производства азотной кислоты и сульфата и нитрата аммония.

Особенности технологии и основные оборудования синтеза карбамида

## **Раздел 3. Решения экологических проблем технологии основного неорганического синтеза**

### **3.1 Основные экологические проблемы и их решение при получении водорода и синтез-газов.**

Решения экологических проблем технологии неорганического веществ

Основные экологические проблемы и их решение при получении водорода и синтез-газов.

### **3.2 Проблемы экологии при синтезе неорганических веществ.**

Проблемы охраны окружающей среды электрохимических производств.

Проблемы экологии при синтезе аммиака.

Проблемы загрязнения атмосферы отходящими газами при производстве разбавленной и концентрированной азотной кислоты.

Проблемы загрязнения окружающей среды при получении серной кислоты и пути их решения.

### **3.3 Детоксикация отходящих газов и очистка сточных вод в неорганическом производстве.**

Очистка выбросных газов в производстве связанного азота и серной кислоты. Очистка жидких стоков в производстве азотных удобрений и осажденных катализаторов для каталитических процессов производства неорганических веществ. Очистка отходящих газов и при водоподготовке путем озонирования. Термодеструкция остаточного озона на стадии финишной очистки выхлопных газов.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<b>Знать:</b>			
1	- основные понятия технологии неорганических веществ и каталитических процессов, представлений о ее отличительной особенности;	+	+	+
2	- основные закономерности технологии неорганических веществ и основных неорганических продуктах связанного азота и серной кислоты.	+	-	+
	<b>Уметь:</b>			
3	- использовать методы исследования и определения параметров процессов основного неорганического синтеза;	+	-	+
4	- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;	+	+	+
5	- проводить эксперименты по заданным методикам;	+	+	+
6	- анализировать результаты экспериментов;	+	+	+
	<b>Владеть:</b>			
7	- методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;	+	+	+
8	- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;	+	+	+
9	- методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.	+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции</i> :			
	<b>Код и наименование ПК (перечень из п.2)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)</b>		
10	ПК-2	ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	+	+
11	ПК-5	ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+

12		ПК-5.3. Владеет методами получения неорганических веществ и материалов	+	+	+
13		ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ	+	+	+
14	ПК-6	ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «*Технология неорганических веществ: каталитические процессы*» в объеме 48 часов. Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных обучающимися 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.

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	<b>Практическое занятие 1</b> Основные физико-химические свойства исходного сырья	9
2	1	<b>Практическое занятие 2</b> Структура производства и потребления продуктов неорганического синтеза	9
3	1	<b>Практическое занятие 3</b> Структура производства и потребления продуктов неорганического синтеза	9
4	2	<b>Практическое занятие 4</b> Расчет криогенных процессов разделения газов	3
5	2	<b>Практическое занятие 5</b> Расчет равновесных составов газовых смесей	3
6	2	<b>Практическое занятие 6</b> Физико-химические основы конверсии природного газа водяным паром и кислородом	2
7	2	<b>Практическое занятие 7</b> Расчет составов конвертированного газа	2
8	2	<b>Практическое занятие 8</b> Составы и свойства катализаторов двухстадийной конверсии метана	2
9	2	<b>Практическое занятие 9</b> Расчет и анализ материальных и тепловых балансов технологической схемы синтеза аммиака	3
10	3	<b>Практическое занятие 10</b> Расчет установок осушки воздуха	1,5
11	3	<b>Практическое занятие 11</b> Расчет установок очистки природного газа от сернистых соединений	1,5
12	3	<b>Практическое занятие 12</b> Расчет установок очистки отходящих газов от кислых компонентов	2

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Технология неорганических веществ: каталитические процессы*» не предусмотрен.



## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «*Технология неорганических веществ: каталитические процессы*» предусмотрена самостоятельная работа обучающихся в объеме 120 часов. 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 модулям дисциплины;
- 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 экзамена (5 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 40 баллов), реферата оценка 20 баллов и итогового контроля в форме *экзамена* (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. Термическая переработка минерального сырья без доступа кислорода.
16. Сравнительный анализ сырья и схем в производстве серной кислоты.
17. Перспективные катализаторы окисления аммиака в производстве азотной кислоты.
18. Катализ и катализаторы процессов гидрирования оксидов углерода.
19. Термохимические циклы при получении водорода и др. неорганических веществ.
20. Современные катализаторы конверсии СО: составы, свойства, синтез.
21. Перспективные катализаторы конверсии метана: составы, свойства, синтез.
22. Новые разработки в области катализаторов синтеза аммиака: составы, свойства, синтез.
23. Топохимические процессы восстановления плавящихся катализаторов синтеза аммиака.
24. Основы адсорбционного разделения газов, сравнительный анализ существующих схем.
25. Технология синтеза аммиака: особенности производства единичной мощности 1360 т  $\text{NH}_3$  /сутки и сравнение со схемой на 600 т /сутки.
26. Особенности производства серной кислоты из плавящейся серы. Сравнение технологических схем серной кислоты для различных типов сырья.
27. Технология получения водорода электрохимическим методом.
28. Сравнительный анализ сорбентов и схем детоксикации отходящих газов от сероводорода.
29. Переработка оксидов азота в разбавленную азотную кислоту: физико-химические основы процесса и технологическая схема.
30. Физико-химические основы производства пористой аммиачной селитры и технологическая схема.
31. Технология аммиачной селитры, пути снижения слеживаемости, гигроскопичности, взрывоопасности.
32. Конструктивные особенности аппаратного оформления процесса аммиачной селитры.
33. Физико-химические основы производства карбамида, совмещенная схема синтеза аммиака и карбамида.
34. Технология карбамида с полным жидкостным рециклом.
35. Стриппинг-процесс карбамида по схеме фирмы «Стамикарбон».
36. Технология сульфата аммония полупрямым способом
37. Абсорбционные методы очистки газов от оксидов углерода.
38. Основные особенности современных агрегатов для производства неорганических продуктов.
39. Очистка технологических газов от серосодержащих соединений путем каталитического гидрирования.
40. Газификация твердого и жидкого топлива: схемы и основное оборудование.
41. Технология каталитического обезвреживания отходящих газов.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 40 (5 семестр) составляет 20 баллов за каждую.

## Примерные вопросы для подготовки к практическим занятиям

1. Основные методы получения умеренного холода.
2. Основные методы получения глубокого холода.
3. Расчет равновесных составов газовых смесей.
4. Методы определения производительности реакционных аппаратов.
5. Основные физико-химические свойства водорода.
6. Виды сырья для производства водорода и азотоводородной смеси.
7. Теоретические основы процесса газификации твердых топлив.
8. Особенности коксования каменных углей.
9. Основные продукты, образующиеся при пиролизе твердого топлива.
10. Методы очистки коксового газа.
11. Процесс низкотемпературного разделения коксового газа.
12. Физико-химические основы конверсии природного газа водяным паром и кислородом.
13. Физико-химические основы конверсии природного газа кислородом.
14. Расчет составов конвертированного газа.
15. Составы и свойства катализаторов двухстадийной конверсии метана.
16. Составы и свойства катализаторов двухстадийной конверсии оксида углерода.
17. Расчет и анализ материальных и тепловых балансов технологической схемы синтеза аммиака.
18. Термодинамический анализ разделения газовых смесей адсорбционным методом.
19. Экологические проблемы основного неорганического синтеза.
20. Методы очистки отходящих газов сернокислотных производств.
21. Методы очистки отходящих газов азотнокислотных производств.

## Примерные задачи для подготовки к практическим занятиям

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), 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<sub>2</sub> в конвертированном газе 1:1.

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 м<sup>3</sup> 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<sub>2</sub>) : N<sub>2</sub> в конвертированном газе 3,2. Состав природного газа природного газа принять по данным задания 3.

6. Составить тепловой баланс шахтного конвертора риформинга природного газа, имеющий состав (% об.) CO – 36,0; H<sub>2</sub> – 35,5; CO<sub>2</sub> – 5,5; N<sub>2</sub> – 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.

7. Газ, выходящий из шахтного конвертора природного газа, имеющий состав (% об.) CO – 36,0; H<sub>2</sub> – 35,5; CO<sub>2</sub> – 5,5; N<sub>2</sub> – 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.

8. Сколько водяного пара необходимо израсходовать на 100 м<sup>3</sup> исходного газа при конверсии оксида углерода при 500 °С для обеспечения степени конверсии, равной 0,91. Состав исходного газа (% об.): CO – 37; H<sub>2</sub> – 35; CO<sub>2</sub> – 6; N<sub>2</sub> – 22,0. Рассчитать состав сухого конвертированного газа.

9. На конверсию поступает газ, имеющий состав газа (% об.): CO – 37; H<sub>2</sub> – 39; CO<sub>2</sub> – 4,2; N<sub>2</sub> – 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?

10. Определить объем и часовую производительность железохромового катализатора для конверсии 1000 м<sup>3</sup> полуводяного газа, содержащего 35 % об. CO при объемной скорости конверсии 350 ч<sup>-1</sup>, температуре 450 °С и давлении 1 атм. Степень конверсии 0,8; соотношение пар / газ = 1 / 1, доля свободного объема катализатора μ = 0,47.

11. При газификации кокса, содержащего 96,5 % C и 3,5 % H<sub>2</sub>O по массе, с водяным паром полученный водяной газ содержит 6% CO<sub>2</sub> (об.). Рассчитать состав полученного газа при газификации 1 т кокса указанного состава и составить материальный баланс, при этом протекают реакции: C + H<sub>2</sub>O = CO + H<sub>2</sub> (основная); CO + H<sub>2</sub>O = CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> (побочная).

12. Определить состав газа после контактного аппарата при окислении диоксида серы, расход воздуха и составить материальный баланс контактного отделения, если производительность аппарата 10 000 м<sup>3</sup>/ч исходного газа следующего состава, %(об.): SO<sub>2</sub> - 8,5; O<sub>2</sub> – 12,5; N<sub>2</sub> – 79. Степень окисления SO<sub>2</sub> в SO<sub>3</sub> составляет 98 %.

13. 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  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$  в час. В производстве применяется 47 %-ная азотная кислота и 100 %-ный газообразный аммиак. Из нейтрализатора аммиачная селитра выходит в виде 60 %-ного раствора  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$  в воде.
14. 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  $\text{NaCl}$  в растворе 310 г/л, плотность раствора при условиях электролиза 1,17 кг/л. Производительность по хлору 500 л/час, степень разложения 50 %.
15. В колонне синтеза карбамида диаметром 1,3 м и высотой 24 м производится 790 т/сутки карбамида (33 т/ч). При степени превращения  $X_{\text{CO}_2} = 0,60$  и мольном соотношении  $\text{NH}_3/\text{CO}_2 = 4/1$  для обеспечения данной производительности необходима подача 40 275 кг /ч  $\text{CO}_2$  и 62 100 кг/ч  $\text{NH}_3$ . Определить удельную производительность реактора.
16. Сухой полуводной газ состава (% об.):  $\text{CO} - 37$ ;  $\text{H}_2 - 35$ ;  $\text{N}_2 - 22$ ;  $\text{CO}_2 - 6,0$  – 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:

$$\lg K = - (2059/T) + 1,51 \lg T - 1,82 \cdot 10^{-3} T + 5,65 \cdot 10^{-7} T^2 - 8,2 \cdot 10^{-11} T^3 - 1,53.$$

17. 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.

18. Составить материальный баланс поглотительной колонны абсорбции нитрозных газов в производстве азотной кислоты, если состав газовой смеси после окислительной колонны (% об.):  $\text{NO}_2 - 10,42$ ;  $\text{NO} - 2,6$ ;  $\text{O}_2 - 5,76$ ;  $\text{H}_2\text{O} - 3,44$ ;  $\text{N}_2 - 77,78$ . Производительность установки 1500 т  $\text{HNO}_3$  /сутки в пересчете на 100% -ную.

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает три вопроса разделов 1-3: 2 - теоретических вопроса и 1-ой задачи. Каждый из теоретических вопросов оценивается 10 баллами, практический 20 баллами. Всего на экзамене можно получить до 40 баллов.

Пример вопросов в билете

1. Физико-химические основы разделения воздуха с однократным дросселированием
2. Технологическая схема конверсионного способа получения нитрата калия.
3. В лабораторном реакторе объемом 6 л находится 9,2 г  $\text{N}_2\text{O}_4$  при  $t=111$  °С и  $P=0,1$  МПа. Определить константу равновесия реакции диссоциации димера.

Максимальное количество баллов за *вид контроля* 5 семестр – 40 баллов.

### 8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает три вопроса разделов 1-3: 2 - теоретических вопроса и 1-ой задачи. Каждый из теоретических вопросов оценивается 10 баллами, практический 20 баллами. Всего на экзамене можно получить до 40 баллов

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. Термическая переработка минерального сырья без доступа кислорода.
16. Сравнительный анализ сырья и схем в производстве серной кислоты.
17. Перспективные катализаторы окисления аммиака в производстве азотной кислоты.
18. Катализ и катализаторы процессов гидрирования оксидов углерода.
19. Термохимические циклы при получении водорода и др. неорганических веществ.
20. Современные катализаторы конверсии СО: составы, свойства, синтез.
21. Перспективные катализаторы конверсии метана: составы, свойства, синтез.
22. Новые разработки в области катализаторов синтеза аммиака: составы, свойства, синтез.
23. Топохимические процессы восстановления плавленных катализаторов синтеза аммиака.
24. Основы адсорбционного разделения газов, сравнительный анализ существующих схем.
25. Технология синтеза аммиака: особенности производства единичной мощности 1360 т  $\text{NH}_3$  /сутки и сравнение со схемой на 600 т /сутки.
26. Особенности производства серной кислоты из плавленной серы. Сравнение технологических схем серной кислоты для различных типов сырья.
27. Технология получения водорода электрохимическим методом.
28. Сравнительный анализ сорбентов и схем детоксикации отходящих газов от сероводорода.
29. Переработка оксидов азота в разбавленную азотную кислоту: физико-химические основы процесса и технологическая схема.
30. Физико-химические основы производства пористой аммиачной селитры и технологическая схема.

31. Технология аммиачной селитры, пути снижения слеживаемости, гигроскопичности, взрывоопасности.
32. Конструктивные особенности аппаратного оформления процесса аммиачной селитры.
33. Физико-химические основы производства карбамида, совмещенная схема синтеза аммиака и карбамида.
34. Технология карбамида с полным жидкостным рециклом.
35. Стриппинг-процесс карбамида по схеме фирмы «Стамикарбон».
36. Технология сульфата аммония полупрямым способом
37. Абсорбционные методы очистки газов от оксидов углерода.
38. Основные особенности современных агрегатов для производства неорганических продуктов.
39. Очистка технологических газов от серосодержащих соединений путем каталитического гидрирования.
40. Газификация твердого и жидкого топлива: схемы и основное оборудование.
41. Технология каталитического обезвреживания отходящих газов.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (5\_ семестр).

Экзаменационный билет состоит из трех вопросов: 2-х теоретических вопросов и 1-ой задачи. Каждый из теоретических вопросов оценивается 10 баллами, практический 20 баллами. Всего на экзамене можно получить до 40 баллов.

<p>«Утверждаю» И.о. зав.каф. ТНВ и ЭП _____ Д.О. Лемешев «__» _____ 2022г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>ТНВ и ЭП</b></p>
	<p><b>18.03.01</b></p>
	<p><b>Химическая технология Технология неорганических веществ</b></p>
<p><b>Технология неорганических веществ: каталитические процессы</b></p>	
<p><b>БИЛЕТ № 1</b></p>	
<p>1. Получение низких температур методом изохорного расширения газа. Физическая сущность процесса. Дифференциальный и интегральный дроссель-эффекты.</p> <p>2. Производство неконцентрированной азотной кислоты.</p> <p>3. Определить термо- и теплоперепад при адиабатическом расширении сжатого азота от давления 15 бар до давления 2 бар, если начальная температура процесса равна 153 °С.</p>	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Основная

1. Технология связанного азота / Под ред. В.И. Атрощенко. Киев: Вища школа, 1985. - 326с.
2. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений: курс лекций / Новгородский гос. Ун-т им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород: Изд-во НовГГТУ, 2007. – 237 с.
3. Криогенные технологии в производстве неорганических веществ: курс лекций / РХТУ им. Д.И. Менделеева: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021. – 120 с.
4. Алехина М.Б., Исаева В.И. Металлорганические каркасные структуры для очистки и разделения газовых сред. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. – 76 с.

### Дополнительная

1. Свит Т.Ф. Основы разделения воздуха методом глубокого охлаждения и ректификации: учебное пособие / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005 – 132 с.
2. Производство азотной кислоты в агрегатах большой единичной мощности / Под ред. В.М. Олевского. М.: Химия, 1985. – 398 с.
3. Очистка технологических газов / Под ред. Т.А. Семеновой. М.: Химия, 1977. - 488 с.
4. Амелин А.Г. Технология серной кислоты. М.: Химия, 1983. – 350 с.
5. Методы расчета по технологии связанного азота / Под ред. В.И. Атрощенко. Киев: Вища школа, 1985.- 312 с.
6. Справочник азотчика (в 2-х т.). Изд. 2-ое. М.: Химия, 1987. - 461 с.
7. Справочник серноокислотчика / Под ред. К.М. Малина. М.: Химия, 1971. – 640 с.
8. Родионов А.И., Чан Ван Куи. Основы экологической безопасности производства серной кислоты / М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 148 с.
9. 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.
10. Сборник трудов 2 общероссийской конференции «Новые технологии в азотной промышленности». Ставрополь: ГОУ ВПО «Северо-Кавказский государственный технический университет», 2007. – 133 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 «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

Для реализации учебной программы имеются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- 1) компьютерные презентации интерактивных лекций – по 3-м модулям;
- 2) банк тестовых задач для контроля освоения дисциплины по 3-м модулям (общее число задач – 50);
- 3) банк примерной тематики рефератов (общее число – 14);
- 4) банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число заданий – 80).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/2974> (дата обращения: 05.11.2015).
2. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/7/6/1> (дата обращения: 05.11.2015).
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 4 апреля 2014 г. № 2 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/6045> (дата обращения: 05.11.2015). ,

Для освоения дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.12.2015).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2015).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2015).
4. ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fero.i-exam.ru/> (дата обращения: 11.12.2015).

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 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.

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1.	Наименование ресурса	Принадлежность – (сторонняя или собственная РХТУ) Реквизиты договора – (Наименование организации), договор от __.__.20__ г. № _____ Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://_____.ru">http://_____.ru</a> Сумма договора – _____ руб. до __.__.20__ г. Количество ключей – (указывается количество лицензий/ доступ для пользователей по IP-адресам РХТУ неограничен до __.__.20__ )	Описание ресурса

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Технология неорганических веществ: каталитические процессы*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### 13.1. 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

### 13.2. Учебно-наглядные пособия:

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

### 13.3. 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

### 13.4. 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.

### 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

*Знает, умеет, владеет необходимо заполнить в соответствии с формулировками п.2 и постановкой по разделам п.5.*

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1.</b> Физико-химические основы и технологии процессов разделения газовых смесей сложного состава и синтеза продуктов основного	<p><b>знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия технологии неорганических веществ и каталитических процессов, представлений о ее отличительной особенности;</li> <li>- основные закономерности технологии неорганических веществ и основных неорганических продуктах связанного азота и серной кислоты.</li> </ul> <p><b>умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы исследования и определения параметров процессов основного неорганического синтеза;</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр)</p> <p>Оценка за <b>вид контроля из УП</b> (5 семестр)</p>

<p>неорганического синтеза</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;</li> <li>- проводить эксперименты по заданным методикам;</li> <li>- анализировать результаты экспериментов;</li> </ul> <p><b><u>владеет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;</li> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;</li> <li>- методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 2.</b> Особенности аппаратуры и технологического оформления процессов неорганического синтеза</p>	<p><b><u>знает:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия технологии неорганических веществ и каталитических процессов, представлений о ее отличительной особенности;</li> <li>- основные закономерности технологии неорганических веществ и основных неорганических продуктах связанного азота и серной кислоты.</li> </ul> <p><b><u>умеет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы исследования и определения параметров процессов основного неорганического синтеза;</li> <li>- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;</li> <li>- проводить эксперименты по заданным методикам;</li> <li>- анализировать результаты экспериментов;</li> </ul> <p><b><u>владеет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;</li> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;</li> <li>- методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (5 семестр)</p> <p>Оценка за <i>вид контроля из УП</i> (5семестр)</p>

<p><b>Раздел 3.</b> Решения экологических проблем технологии основного неорганического синтеза</p>	<p><b><u>знает:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия технологии неорганических веществ и каталитических процессов, представлений о ее отличительной особенности;</li> <li>- основные закономерности технологии неорганических веществ и основных неорганических продуктах связанного азота и серной кислоты.</li> </ul> <p><b><u>умеет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы исследования и определения параметров процессов основного неорганического синтеза;</li> <li>- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;</li> <li>- проводить эксперименты по заданным методикам;</li> <li>- анализировать результаты экспериментов;</li> </ul> <p><b><u>владеет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами качественного и количественного анализа неорганических веществ;</li> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ и материалов;</li> <li>- методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (5 семестр)</p> <p>Оценка за <i>вид контроля из УП</i> (5 семестр)</p>
--	---	---

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

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

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ 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 неорганических веществ: каталитические процессы»**  
**основной образовательной программы**  
**18.03.01 «Химическая технология»**  
код и наименование направления подготовки (специальности)

« \_\_\_\_\_ »  
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.

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

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**



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

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

---

«4» апреля 2022 г., протокол № 14

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и 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 неорганических веществ: минеральные удобрения и соли»**, относится к блоку 1 вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии неорганических веществ.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися углубленных знаний и практических навыков в области физико-химических основ и технологии получения минеральных удобрений и солей и использование их в 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 **«Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли»**, преподается в VI 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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	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).
	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-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов ПК-5.3. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования неорганических веществ и материалов	
		ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов	

		для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов	
--	--	---	---	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- классификацию и химические свойства продуктов основного неорганического синтеза;
- теоретические основы получения неорганических веществ; механизмы основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности;
- основные типы и конструкции реакторов для проведения процессов;
- методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических веществ;
- системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы;
- технологические принципы осуществления химических процессов получения, минеральных солей и удобрений.

*Уметь:*

- использовать методы исследования и определения параметров технологичных процессов;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;
- проводить эксперименты по заданным методикам; анализировать результаты экспериментов.

*Владеть:*

- методами расчета необходимых технологических параметров на основе экспериментальных и литературных данных;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ;
- определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным;
- программами для построения и оптимизации технологической схемы;
- методами технико-экономической оптимизации технологических схем.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,23</b>	<b>80,4</b>	<b>60,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>	-	-	-
Лекции	<b>1,73</b>	<b>62</b>	<b>24</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,76</b>	<b>135,6</b>	<b>74,5</b>
Контактная самостоятельная работа	3,76	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		135,2	74,2
<b>Виды контроля: Зачет с оценкой</b>			
Контактная работа	0.01	0,4	0,2
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>ЗаО</b>		

## 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
<b>1.</b>	<b>Раздел 1.</b> Общие сведения о продуктах неорганической химии	<b>20</b>	-	<b>8</b>	-	<b>2</b>	-	-	-	<b>20</b>
1.1	Введение	4,5		2		0,5				4
1.2	Значение продуктов технологии неорганических веществ в экономике страны.	4,5	-	2	-	0,5	-	-	-	4
1.3	Роль удобрений в жизни растений	5,5	-	2	-	0,5	-	-	-	6
1.4	Сырьё и энергия для производства кислот, солей и удобрений.	5,5	-	2	-	0,5	-	-	-	6
<b>2.</b>	<b>Раздел 2</b> Равновесие и кинетика в технологии неорганических веществ	<b>52</b>	-	<b>18</b>	-	<b>4</b>	-	-	-	<b>40</b>
2.1	Равновесие и кинетика в водносолевых и солеплавких системах	25	-	8	-	2	-	-	-	20
2.2	Применение диаграмм растворимости в технологии неорганических веществ	27	-	10	-	2	-	-	-	20
<b>3.</b>	<b>Раздел 3</b> Типовые процессы и операции в технологии неорганических веществ	<b>50</b>	-	<b>18</b>	-	<b>2</b>	-	-	-	<b>40</b>
3.1	Растворение и кристаллизации солей, разделение солей и природных минералов, термообработка.	25	-	16	-	1	-	-	-	26

3.2	Гигроскопичность и слёживаемость минеральных удобрений	25	-	2	-	1	-	-	-	14
4	<b>Раздел 4</b> Технология основных минеральных удобрений:	58	-	18	-	10	-	-	-	35,6
4.1	Производство азотных, калийных, фосфорных, сложных, смешанных и микроудобрений.	38	-	12	-	6	-	-	-	25,6
4.2	Экологические аспекты производства различных видов удобрений	20	-	6	-	4	-	-	-	10
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>-</b>	<b>62</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>135,6</b>
	<b>Зачет с оценкой</b>	<b>0,4</b>		-		-				-
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>								

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Общие сведения о продуктах неорганической химии

1.1 Введение.

1.2 Значение продуктов технологии неорганических веществ в экономике страны. Классификация и химические свойства сырья, способы его обогащения. Классификация и химические свойства продуктов основного неорганического синтеза.

1.3 Роль удобрений в жизни растений. Основы агрохимии, классификация почв, обоснование выбора применяемого удобрения. Способы повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

### Раздел 2. Равновесие и кинетика в технологии неорганических веществ.

2.1 Равновесие и кинетика в водносолевых и солеплавких системах. Факторы, влияющие на кинетику процесса. Механизмы взаимодействия. Кинетические параметры процесса и их использование в реальных технологических схемах.

2.2 Применение диаграмм растворимости в технологии неорганических веществ. Параметры системы. Физико-химический анализ равновесных диаграмм и основы получения солей и удобрений.

### Раздел 3. Типовые процессы и операции в технологии неорганических веществ.

3.1 Растворение и кристаллизации солей, разделение солей и природных минералов, термообработка. Использование справочных данных равновесных диаграмм в конкретных приложениях: обогащение минерального сырья, обоснование выбора способа его химической переработки.

3.2 Процессы охлаждения и нагревания в 2-х и 3-х компонентных системах, графическое построение, расчёты. Процессы упаривания, растворения в 2-х и 3-х компонентных системах, графическое построение, расчёты. Процессы высаливания, графическое построение, расчёты.

3.3 Гигроскопичность и слёживаемость минеральных удобрений. Товарные свойства продуктов. Комплекс мер, обеспечивающих сохранение заявленного качества продуктов.

### Раздел 4. Технология основных минеральных удобрений:

4.1 Производство азотных, калийных, фосфорных, сложных, смешанных и микроудобрений. Технологические принципы осуществления химических процессов получения, минеральных солей и удобрений. Контроль технологических параметров и их взаимосвязь с эффективностью процесса и качеством продукции. Методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических веществ. Аппаратурное оформление технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы.

4.2 Экологические аспекты производства различных видов удобрений. Комплекс мер и технические решения, обеспечивающие защиту окружающей среды. Аналитический контроль в технологии солей и минеральных удобрений.



## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	<b>Знать:</b>				
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– классификацию и химические свойства продуктов основного неорганического синтеза;</li> <li>– теоретические основы получения неорганических веществ; механизмы основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности;</li> <li>– основные типы и конструкции реакторов для проведения процессов;</li> <li>– методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических веществ;</li> <li>– системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы;</li> <li>– технологические принципы осуществления химических процессов получения, минеральных солей и удобрений</li> </ul>	+	+	+	+
	<b>Уметь:</b>				
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать методы исследования и определения параметров технологичных процессов;</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;</li> <li>– проводить эксперименты по заданным методикам; анализировать результаты экспериментов</li> </ul>	+	+	+	+
	<b>Владеть:</b>				
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета необходимых технологических параметров на основе экспериментальных и литературных данных;</li> <li>– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ;</li> <li>– определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным;</li> <li>– программами для построения и оптимизации технологической схемы;</li> <li>– методами технико-экономической оптимизации технологических схем</li> </ul>	+	+	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			

4	ПК-2. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	+	+	+	+
5	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1. Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+	+	+
		ПК-5.3. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования неорганических веществ и материалов	+	+	+	+
6	ПК-6.Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов	+	+	+	+
		ПК-6.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов	+	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	<b>Практическое занятие 1 (2 ч).</b> Роль удобрений в жизни растений. Сырьё и энергия для солевых производств.	2
2	2	<b>Практическое занятие 2 (2 ч).</b> Процессы упаривания и растворения в 2-х компонентных системах, построение, расчёты. Процессы охлаждения и нагревания в 2-х компонентных системах, построение, расчёты. <b>Практическое занятие 3 (2ч)</b> Процессы упаривания и растворения в 3-х компонентных системах, построение, расчёты. Процессы охлаждения и высаливания в 3-х компонентных системах, построение, расчёты..	4
3	3	<b>Практическое занятие 4 (2 ч)</b> Процессы растворения и кристаллизация солей, методы разделения солей, термообработка. Гигроскопичность минеральных солей, слёживаемость солевых продуктов, способы снижения слёживаемости.	2
4	4	<b>Практическое занятие 5 (2 ч)</b> Классификация и свойства минеральных удобрений. Способы производства минеральных удобрений. <b>Практическое занятие 6 (3 ч)</b> Азотные удобрения. Калийные удобрения. Фосфорные удобрения. <b>Практическое занятие 7 (3ч)</b> Сложные удобрения. Смешанные и микроудобрения. <b>Практическое занятие 8 (2ч)</b> Экологические аспекты производства различных солей и удобрений	10

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли», 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 разделам 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. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовка к аналитической реферативной работе и оформление реферата;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине;
- использование рекомендованной технической литературы, электронных баз: РИНЦ, Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts и пакета программ для выполнения графической части работы.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение 1, 2, 3 контрольных работ (максимальная оценка 15 баллов за каждую), реферат (максимальная оценка 15 баллов), и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме экзамена с максимальной оценкой 40 баллов из расчета 100 баллов по рейтингу.

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы по одной контрольной по каждому разделу. Максимальная оценка за каждую контрольную работу составляет 15 баллов.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

**Вопрос 1.1.**

1. Роль минеральных солей и удобрений в экономике государства.
2. Возобновляемые и не возобновляемые источники сырья.
3. Сырье для производства фосфорных удобрений, генезис, структура, свойства

**Вопрос 1.2.**

1. Классификация природных минералов и ресурсы минеральных солей.
2. Целевой компонент и способы его выделения.
3. Физические методы обогащения минерального сырья

**Вопрос 1.3.**

1. Взаимосвязь физиологической кислотности удобрений и их растворимости.
2. Влияние генезиса на состав, структуру и свойства сырья.
3. Значение продуктов технологии неорганических веществ в экономике страны

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

**Вопрос 2.1.**

1. Равновесное состояние водносолевых систем.
2. Понятия фазы, компонентов, степени свободы.
3. Компонентность водносолевых систем.

**Вопрос 2.2.**

1. Методы графического построения диаграмм растворимости.
2. Факторы, определяющие кинетику растворения области протекания процесса.

3. Выщелачивание целевого компонента из смеси.

**Вопрос 2.3.**

1. Кристаллизация солей в водных растворах, движущая сила процесса.
2. Механизм процесса кристаллизации.
3. Факторы, влияющие на стадии кристаллизации солей.

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

**Вопрос 3.1.**

1. Условия получения крупно- и мелкокристаллических осадков.
2. Влияние примесей и сокристаллизация солей.
3. Способы разделения природных минеральных солей, обогащение сырья.

**Вопрос 3.2.**

1. Политермическая диаграмма двухкомпонентной системы, способы изображения.
2. Изотермы и области диаграммы двухкомпонентной системы.
3. Правила соединительной прямой и рычага.

**Вопрос 3.3.**

1. Расчёты по методу материального баланса.
2. Расчёты по методу неизменного компонента.
3. Расчёты по правилу рычага.

**8.2. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Примеры заданий для реферативно-аналитической работы по дисциплине «Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли».

1. Рассмотреть на примере фосфатного сырья различного генезиса взаимосвязь технологии и свойств солевых продуктов.
2. Экологические аспекты производства нитрата аммония.
3. Технология очистки отходящих газов производства NPK-удобрений от фтористых соединений.

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен)**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов за каждый.

**8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).**

1. Классификация минеральных удобрений.
2. Изотермическое растворение соли в простой двухкомпонентной системе.
3. Получение аммиачной селитры: физико-химические основы, схема производства.
4. Физико-химические основы получения KCl галлургическим методом.

**8.4. Структура и пример билета для экзамена (6 семестр).**

**8.4.1. Экзамен** по дисциплине «Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли» включает контрольные вопросы по разделам 1 - 4 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Максимальная оценка составляет 40 баллов.

«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой ТНВ и ЭП Лемешев Д.О.	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
«__» _____ 2022	

Г	<b>Профиль - Технология неорганических веществ</b>
	<b>Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли</b>
<b>Билет № 1</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Влияние генезиса на состав, структуру и свойства сырья.</li> <li>2. Равновесие между твёрдой и газовой фазами в однокомпонентной системе.</li> <li>3. Трёхкомпонентная система с устойчивыми кристаллогидратами.</li> <li>4. Механизмы образования гранул в грануляторах различных типов.</li> </ol>	

Максимальное количество баллов за *экзамен* (6 семестр) – 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. И.А. Петропавловский, Б.А. Дмитриевский, Б.В. Левин, И.А. Почиталкина. 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, 2021. – 343 с.
3. М.Е. Позин . Технология минеральных удобрений и солей. – Л.: Химия, 1989.-352 с.
- 4.А.А. Соколовский, Е.Л. Яхонтова . Применение равновесных диаграмм растворимости в технологии минеральных солей. М.: Химия. 1982.- 264 с.
- 5.Е.Л. Яхонтова, И.А. Петропавловский. Кислотные методы переработки фосфатного сырья. - М.: Химия, 1988. – 288 с.
- 6.Аносов В.А., Озерова М.И., Фиалков Ю.А. Основы физико-химического анализа. – М.: Наука, 1976. – 504 с.
- 7.М.Е. Позин, Р.Ю.Зинюк «Физико-химические основы неорганической технологии». - Л.: Химия. 1985. – 384 с.
- 8.И.М. Кувшинников. Минеральные удобрения и соли. Свойства, способы их улучшения. - М.: Химия. 1986. – 256 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.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта.

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:

- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- <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://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы «Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли» подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 280);
- банк вопросов для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 250);
- банк вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150).

## 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 неорганических веществ: минеральные удобрения и соли» 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. Общие сведения о продуктах неорганической химии	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификацию и химические свойства продуктов основного неорганического синтеза;</li> <li>– теоретические основы получения неорганических веществ; механизмы</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр)</p> <p>Зачет с оценкой</p>



	<p>основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные типы и конструкции реакторов для проведения процессов;</li> <li>– методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических веществ;</li> <li>– системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы;</li> <li>– технологические принципы осуществления химических процессов получения, минеральных солей и удобрений</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать методы исследования и определения параметров технологических процессов;</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;</li> <li>– проводить эксперименты по заданным методикам; анализировать результаты экспериментов</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета необходимых технологических параметров на основе экспериментальных и литературных данных;</li> <li>– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ;</li> <li>– определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным;</li> <li>– программами для построения и оптимизации технологической схемы;</li> <li>– методами технико-экономической оптимизации технологических схем</li> </ul>	(6 семестр)
--	---	-------------

<p><b>Раздел 2.</b> Равновесие и кинетика в технологии неорганических веществ.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификацию и химические свойства продуктов основного неорганического синтеза;</li> <li>– теоретические основы получения неорганических веществ; механизмы основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности;</li> <li>– основные типы и конструкции реакторов для проведения процессов;</li> <li>– методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических веществ;</li> <li>– системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы;</li> <li>– технологические принципы осуществления химических процессов получения, минеральных солей и удобрений</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать методы исследования и определения параметров технологических процессов;</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;</li> <li>– проводить эксперименты по заданным методикам; анализировать результаты экспериментов</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета необходимых технологических параметров на основе экспериментальных и литературных данных;</li> <li>– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ;</li> <li>– определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным;</li> <li>– программами для построения и оптимизации технологической</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр)</p> <p>Зачет с оценкой (6 семестр)</p>
--	---	---

	<p>схемы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами технико-экономической оптимизации технологических схем</li> </ul>	
<p><b>Раздел 3.</b> Типовые процессы и операции в технологии неорганических веществ.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификацию и химические свойства продуктов основного неорганического синтеза;</li> <li>– теоретические основы получения неорганических веществ; механизмы основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности;</li> <li>– основные типы и конструкции реакторов для проведения процессов;</li> <li>– методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических веществ;</li> <li>– системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы;</li> <li>– технологические принципы осуществления химических процессов получения, минеральных солей и удобрений</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать методы исследования и определения параметров технологических процессов;</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;</li> <li>– проводить эксперименты по заданным методикам; анализировать результаты экспериментов</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета необходимых технологических параметров на основе экспериментальных и литературных данных;</li> <li>– методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ;</li> <li>– определения параметров математических моделей</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (6 семестр)</p> <p>Зачет с оценкой (6 семестр)</p>

	<p>технологических аппаратов по экспериментальным данным;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– программами для построения и оптимизации технологической схемы;</li> <li>– методами технико-экономической оптимизации технологических схем</li> </ul>	
<p><b>Раздел 4</b> Технология основных минеральных удобрений.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификацию и химические свойства продуктов основного неорганического синтеза;</li> <li>– теоретические основы получения неорганических веществ; механизмы основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности;</li> <li>– основные типы и конструкции реакторов для проведения процессов;</li> <li>– методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических веществ;</li> <li>– системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы;</li> <li>– технологические принципы осуществления химических процессов получения, минеральных солей и удобрений</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать методы исследования и определения параметров технологических процессов;</li> <li>– анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;</li> <li>– проводить эксперименты по заданным методикам; анализировать результаты экспериментов</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета необходимых технологических параметров на основе экспериментальных и литературных данных;</li> <li>– методами теоретического и экспериментального исследования</li> </ul>	<p>Оценка за самостоятельную работу-реферат (6 семестр)</p> <p>Зачет с оценкой (6 семестр)</p>

	<p>технологических процессов производства неорганических веществ;</p> <p>– определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным;</p> <p>– программами для построения и оптимизации технологической схемы;</p> <p>– методами технико-экономической оптимизации технологических схем</p>	
--	---	--

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

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

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ 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 неорганических веществ: минеральные удобрения и соли»

**основной образовательной программы**

18.03.01 Химическая технология

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата  
«Технология неорганических веществ»

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА: ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология электрохимических производств»  
«Технология неорганических веществ»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
Протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена:  
доцентом кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов,  
к.т.н., А.М. Гайдуковой  
профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических  
процессов, д.т.н., доц. Т. В. Коньковой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева «4» апреля 2022 г., протокол № 14.



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**, профили «**Технология электрохимических производств**», «**Технология неорганических веществ**», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практики кафедрой **технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к **обязательной** части учебного плана блока «Практика» и рассчитана на проведение практики в 4 семестре обучения.

**Цель практики** состоит в получении студентами общих представлений об основных типах химико-технологических процессов, знакомство с работой основных приборов и оборудования для технологических исследований, а также получение первичных профессиональных умений и навыков самостоятельного творческого выполнения задач практики.

**Задачами практики** являются приобретение обучающимися первичных знаний в области организации и проведения научно-исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы бакалавриата; развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств исследователя.

Способ проведения практики: **стационарная**.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики способствует формированию 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
Естественно-научная подготовка	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ	ОПК-1.1 Знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимает принципы строения вещества и протекания химических процессов; ОПК-1.2. Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций; ОПК-1.3. Знает основные законы и соотношения физической химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач, роль физической химии как теоретического

	и материалов.	<p>фундамента современной химии и процессов химической технологии;</p> <p>ОПК-1.4. Знает основные законы и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем, основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем;</p> <p>ОПК-1.5 Умеет выполнять основные химические операции;</p> <p>ОПК-1.6 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения органических реагентов в органических реакциях для решения профессиональных задач;</p> <p>ОПК-1.7 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на химическое равновесие, на фазовое равновесие, на равновесие в растворах электролитов, на потенциал электродов и ЭДС гальванических элементов, на направление и скорость химических реакций; составлять кинетические уравнения для кинетически простых реакций, классифицировать электроды и электрохимические цепи, пользоваться справочной литературой по физической химии;</p> <p>ОПК-1.8 Умеет проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;</p> <p>ОПК-1.9 Владеет теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физических и химических свойств неорганических соединений;</p> <p>ОПК-1.10 Владеет экспериментальными методами органического синтеза, методами очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений;</p> <p>ОПК-1.11 Владеет навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики.</p>
Профессиональная методология	ОПК-2. Способен использовать	ОПК-2.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления,

	<p>математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики;  ОПК-2.2 Знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей;  ОПК-2.3 Знает технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации;  ОПК-2.4 Знает физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;  ОПК-2.5 Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;  ОПК-2.6 Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач;  ОПК-2.7 Умеет решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;  ОПК-2.8 Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач;  ОПК-2.9 Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации;  ОПК-2.10 Владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты;</p>
--	--	---

		ОПК-2.11 Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.
Адаптация к производственным условиям	ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии.	<p>ОПК-3.1 Знает основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;</p> <p>ОПК-3.2 Знает правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;</p> <p>ОПК-3.3 Знает основы административного, трудового и гражданского законодательства;</p> <p>ОПК-3.4 Знает основные категории и законы экономики;</p> <p>ОПК-3.5 Знает основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику; классификацию предприятий по правовому статусу;</p> <p>ОПК-3.6 Знает показатели использования производственных ресурсов и эффективности деятельности предприятия;</p> <p>ОПК-3.7 Знает содержание этапов разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений;</p> <p>ОПК-3.8 Знает факторы, определяющие устойчивость биосферы, характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу, глобальные проблемы экологии и принципы рационального природопользования, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды, способы достижения устойчивого развития;</p> <p>ОПК-3.9 Умеет использовать и составлять документы правового характера, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;</p> <p>ОПК-3.10 Умеет реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности;</p> <p>ОПК-3.11 Умеет использовать знания основ экономики при решении производственных задач;</p> <p>ОПК-3.12 Умеет осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий;</p> <p>ОПК-3.13 Умеет использовать нормативно-</p>

		<p>правовые акты при работе с экологической документацией;</p> <p>ОПК-3.14 Владеет основами хозяйственного и экологического права;</p> <p>ОПК-3.15 Умеет проводить технико-экономический анализ инженерных решений;</p> <p>ОПК-3.16 Владеет методами разработки производственных программ и плановых заданий для первичных производственных подразделений;</p> <p>ОПК-3.17 Владеет навыками выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений;</p> <p>ОПК-3.18 Владеет методами выбора рационального способа снижения воздействия на окружающую среду.</p>
Инженерная и технологическая подготовка	<p>ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.</p>	<p>ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;</p> <p>ОПК-4.2 Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.3 Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;</p> <p>ОПК-4.4 Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства;</p> <p>ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии;</p> <p>ОПК-4.6 Знает основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические</p>

		<p>характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров;</p> <p>ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса;</p> <p>ОПК-4.8 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;</p> <p>ОПК-4.9 Умеет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;</p> <p>ОПК-4.10 Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса;</p> <p>ОПК-4.11 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования;</p> <p>ОПК-4.13 Владеет правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов;</p> <p>ОПК-4.15 Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.16 Владеет пакетами прикладных</p>
--	--	--

		программ для моделирования химико-технологических процессов.
Научные исследования и разработки	ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.	ОПК-5.1 Знает основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ; ОПК-5.2 Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических; ОПК-5.3 Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных; ОПК-5.4 Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи; ОПК-5.5 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента; ОПК-5.6 Владеет методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-6.1 Знает и соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности; ОПК-6.2 Умеет решать инженерно-технические задачи и задачи вычислительной математики с применением современных программных комплексов и языков программирования; ОПК-6.3 Владеет современными информационными технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации

В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий, представлений об организации химического производства;
- основное оборудование, применяемое в научных исследованиях и химической технологии и принцип его действия,

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;
- использовать современные приборы и методики по профилю программы бакалавриата, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты.

*Владеть:*

- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы бакалавриата;

- первоначальными навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии;
- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации химического производства;
- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика организуется в 4 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки **18.03.01 – Химическая технология**. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
Контактная самостоятельная работа	3	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		107,6	80,7
в том числе в форме практической подготовки		107,6	80,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная практика включает этапы ознакомления с принципами организации научных исследований в химической лаборатории. Конкретное содержание учебной практики определяется с учетом возможностей и интересов кафедры, организующей практику.

#### 4.1. Разделы дисциплины

Разделы	Раздел дисциплины	Самостоятельная работа, часов
Раздел 1	Знакомство с организацией и осуществлением научно-исследовательской деятельности	40
Раздел 2	Знакомство с производственной деятельностью в химической технологии	34
Раздел 3	Систематизация материала, подготовка отчета.	7
	<b>Всего часов</b>	<b>81</b>

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

Учебная практика включает этапы ознакомления с принципами организации и проведения научных исследований и принципами организации химического производства.

**Раздел 1. Знакомство с организацией и осуществлением научно-исследовательской деятельности**



Правила техники безопасности в химической лаборатории. Принципы организации научно-исследовательской. Современные приборы, принцип их работы и методы анализа, используемые в научной деятельности по профилю программы бакалавриата.

## **Раздел 2. Знакомство с производственной деятельностью в химической технологии**

Номенклатура продуктов химического производства. Основные производственные процессы в соответствии с технологической схемой предприятия. Основные параметры производственных процессов и работы технологического оборудования. Методы контроля и управления технологическими процессами. Контроль качества готовой продукции.

## **Раздел 3. Систематизация материала, подготовка отчета**

Сбор, обработка и систематизация информационного материала. Оформление отчета. Требования, предъявляемые к написанию и представлению отчета.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<b>Знать:</b>			
1	- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий, представлений об организации химического производства;	+	+	+
2	- основное оборудование, применяемое в научных исследованиях и химической технологии и принцип его действия.	+	+	+
	<b>Уметь:</b>			
3	- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;	+	+	+
4	- использовать современные приборы и методики по профилю программы бакалавриата, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты.	+	+	+
	<b>Владеть:</b>			
5	- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы бакалавриата;	+	+	+
6	- первоначальными навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронным ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии;	+	+	+
7	- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации химического производства;	+	+	+
8	- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.	+	+	+

В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие **обще профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>			
9	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	ОПК-1.1 Знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимает принципы строения вещества и протекания химических процессов; ОПК-1.2. Знает основы классификации органических соединений, строение, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений, основные механизмы протекания органических реакций; ОПК-1.3. Знает основные законы и соотношения физической химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач, роль физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии; ОПК-1.4. Знает основные законы и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем, основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем; ОПК-1.5 Умеет выполнять основные химические операции; ОПК-1.6 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения органических реагентов в органических реакциях для решения профессиональных задач; ОПК-1.7 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на химическое равновесие, на фазовое равновесие, на равновесие в растворах электролитов, на потенциал электродов и ЭДС			
			+	+	+

		<p>гальванических элементов, на направление и скорость химических реакций; составлять кинетические уравнения для кинетически простых реакций, классифицировать электроды и электрохимические цепи, пользоваться справочной литературой по физической химии;</p> <p>ОПК-1.8 Умеет проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;</p> <p>ОПК-1.9 Владеет теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физических и химических свойств неорганических соединений;</p> <p>ОПК-1.10 Владеет экспериментальными методами органического синтеза, методами очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений;</p> <p>ОПК-1.11 Владеет навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики.</p>			
10	<p>ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-2.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p>ОПК-2.2 Знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей;</p> <p>ОПК-2.3 Знает технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и</p>	+	+	+

		<p>алгоритмы их реализации;</p> <p>ОПК-2.4 Знает физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;</p> <p>ОПК-2.5 Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;</p> <p>ОПК-2.6 Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач;</p> <p>ОПК-2.7 Умеет решать типовые задачи, связанные, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;</p> <p>ОПК-2.8 Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач;</p> <p>ОПК-2.9 Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации;</p> <p>ОПК-2.10 Владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая</p>			
--	--	---	--	--	--

		приемы антивирусной защиты; ОПК-2.11 Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.			
11	ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии.	ОПК-3.1 Знает основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности; ОПК-3.2 Знает правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде; ОПК-3.3 Знает основы административного, трудового и гражданского законодательства; ОПК-3.4 Знает основные категории и законы экономики; ОПК-3.5 Знает основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику; классификацию предприятий по правовому статусу; ОПК-3.6 Знает показатели использования производственных ресурсов и эффективности деятельности предприятия; ОПК-3.7 Знает содержание этапов разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений; ОПК-3.8 Знает факторы, определяющие устойчивость биосферы, характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу, глобальные проблемы экологии и принципы рационального природопользования, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды, способы достижения устойчивого развития; ОПК-3.9 Умеет использовать и составлять	+	+	+

		<p>документы правового характера, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;</p> <p>ОПК-3.10 Умеет реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности;</p> <p>ОПК-3.11 Умеет использовать знания основ экономики при решении производственных задач;</p> <p>ОПК-3.12 Умеет осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий;</p> <p>ОПК-3.13 Умеет использовать нормативно-правовые акты при работе с экологической документацией;</p> <p>ОПК-3.14 Владеет основами хозяйственного и экологического права;</p> <p>ОПК-3.15 Умеет проводить технико-экономический анализ инженерных решений;</p> <p>ОПК-3.16 Владеет методами разработки производственных программ и плановых заданий для первичных производственных подразделений;</p> <p>ОПК-3.17 Владеет навыками выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений;</p> <p>ОПК-3.18 Владеет методами выбора рационального способа снижения воздействия на окружающую среду.</p>			
12	ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров	<p>ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые</p>	+	+	+

	<p>технологического процесса при изменении свойств сырья.</p>	<p>процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;  ОПК-4.2 Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;  ОПК-4.3 Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;  ОПК-4.4 Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства;  ОПК-4.5 Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии;  ОПК-4.6 Знает основные понятия теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров;  ОПК-4.7 Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса;  ОПК-4.8 Умеет рассчитывать основные</p>			
--	---	--	--	--	--



		<p>характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать техноло-гическую эффективность производства;</p> <p>ОПК-4.9 Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;</p> <p>ОПК-4.10 Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса;</p> <p>ОПК-4.11 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.12 Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования;</p> <p>ОПК-4.13 Владеет правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.14 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов;</p> <p>ОПК-4.15 Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов;</p> <p>ОПК-4.16 Владеет пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов.</p>			
13	ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и	ОПК-5.1 Знает основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых	+	+	+

	<p>испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.</p>	<p>объектов, методы разделения и концентрирования веществ;  ОПК-5.2 Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических;  ОПК-5.3 Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;  ОПК-5.4 Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи;  ОПК-5.5 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента;  ОПК-5.6 Владеет методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.</p>			
14	<p>ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-6.1 Знает и соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности;  ОПК-6.2 Умеет решать инженерно-технические задачи и задачи вычислительной математики с применением современных программных комплексов и языков программирования;  ОПК-6.3 Владеет современными информационными технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации</p>	+	+	+

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 – Химическая технология* проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению подготовки *18.03.01 – Химическая технология* проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления знаний по практике и предусматривает:

- этапы ознакомления с принципами проведения научных исследований,
- этап приобретения практических навыков организации научно-исследовательской деятельности.

Отчет по практике включает: - краткое описание основных процессов, исследуемых в конкретной лаборатории с описанием применяемого оборудования и используемых методов анализа, задание дает руководитель практики.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Итоговая оценка по учебной практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 60 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### **8.1. Вопросы для итогового контроля освоения практики (Зачет с оценкой)**

1. Какими методами определяют концентрацию анионов в растворе
2. В каких отраслях промышленности применяется адсорбция
3. Какими методами определяют концентрацию катионов в растворе.
4. Для производства каких продуктов используют каталитические процессы.
5. Для каких целей применяют окисление поверхностей.
6. Оборудование, применяемой для термообработки материалов и изделий.
7. Оборудование, применяемой для перемешивания жидкой фазы.
8. Оборудование, применяемое для разделения твердой и жидкой фаз.
9. Типы сушильного оборудования.
10. Осуществление термостатирования в лабораторных условиях.
11. Основы спектрофотометрического анализа, определяемые вещества.
12. Кондуктометрический анализ, области применения.
13. Методы очистки сточных вод промышленных предприятий
14. Методы водоподготовки

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

### **8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой**

Зачет с оценкой по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой:

<p>«Утверждаю» И.о. зав. кафедрой, _____ Д.О. Лемешев</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b></p>
	<p><b>18.03.01 – Химическая технология Профиль «Технология неорганических веществ» Учебная практика</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p> <p>1. В каких отраслях промышленности применяется адсорбция. 2. Какими методами определяют концентрацию анионов в растворе.</p>	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### *А. Основная литература*

1. Кожухар В. М. Основы научных исследований: Учебное пособие. М.: Дашков и К, 2013. 216 с.
2. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 224 с.
3. Сафин, Р. Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Р. Г. Сафин, А. И. Иванов, Н. Ф. Тимербаев. — Казань : КНИТУ, 2013. — 156 с. — ISBN 978-5-7882-1414-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73344> (дата обращения: 11.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### *Б. Дополнительная литература*

1. Пятницкая-Позднякова И. С. Основы научных исследований в высшей школе. Учебное пособие. М.: Высшая шк., 2003. 116 с.
2. Аверченков В.И., Малахов Ю.А. Основы научного творчества: учебное пособие. М. Флинта, 2011, - 156 с.
3. Кузнецов И.Н. Основы научных исследований: учебное пособие. М.: Дашков и К., 2011. – 283 с.
4. Фаддеев М.А. Элементарная обработка результатов экспериментов: учебное пособие. СПб.: Лань, 2008, - 118 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал «Электрохимия» ISSN 0424-8570
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Electrochimica Acta» ISSN 0013-4686
- Журнал «Физикохимия поверхности и защита материалов» ISSN 0044-1856
- Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» ISSN 0869-5326

- Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
- Журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы», ISSN 0235-2206

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www1.fips.ru>
- <http://www.rupto.ru>
- <http://www.uspto.gov>
- <http://www.sciencedirect.com>
- <http://link.springer.com>
- [rspu.edu.ru](http://rspu.edu.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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 практике проводятся в форме самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения консультативных занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для бакалавров, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет).

Лаборатории и лабораторное оборудование, предусмотренное научными исследованиями.

## 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

## 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов продукции из неметаллических материалов; каталоги продукции промышленных предприятий; раздаточный материал к лекционным курсам; учебные фильмы по процессам технологии и способам производства отдельных видов изделий; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; электронные каталоги продукции; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде, справочники по наилучшим доступным по теме обработки поверхности металлов и пластмасс с использованием электролитических и химических процессов.

## 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020		бессрочно
2	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li><li>• OneNote</li><li>• Access</li><li>• Publisher</li><li>• InfoPath</li></ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020		12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020		12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на

				обновлённую версию продукта)
4	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Знакомство с организацией и осуществлением научно-исследовательской деятельности	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий, представлений об организации химического производства;</li> <li>- основное оборудование, применяемое в научных исследованиях и химической технологии и принцип его действия.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;</li> <li>- использовать современные приборы и методики по профилю программы бакалавриата, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы бакалавриата;</li> <li>- методологическими подходами к организации научно-исследовательской и образовательной деятельности;</li> <li>- способностью на практике использовать умения и навыки в организации научно-исследовательских и проектных работ;</li> <li>- навыками выступлений перед учебной аудиторией.</li> </ul>	<p>Оценка за отчет</p> <p>Оценка за зачет</p>
Раздел 2. Знакомство с производственной деятельностью в химической технологии	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий, представлений об</li> </ul>	<p>Оценка за отчет</p> <p>Оценка за зачет</p>

	<p>организации химического производства;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основное оборудование, применяемое в научных исследованиях и химической технологии и принцип его действия.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;</li> <li>- использовать современные приборы и методики по профилю программы бакалавриата, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы бакалавриата;</li> <li>- первоначальными навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронным ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии;</li> <li>- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации химического производства;</li> <li>- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.</li> </ul>	
<p>Раздел 3. Систематизация материала, подготовка отчета</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий, представлений об организации химического производства;</li> <li>- основное оборудование, применяемое в научных исследованиях и химической технологии и принцип его действия.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;</li> <li>- использовать современные приборы и методики по профилю программы бакалавриата, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты</li> </ul>	<p>Оценка за отчет</p> <p>Оценка за зачет</p>



	<p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы бакалавриата;</li> <li>– первоначальными навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронным ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии;</li> <li>- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации химического производства;</li> <li>– навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.</li> </ul>	
--	--	--

### **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;
- Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенные 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 практики  
«Учебная практика: ознакомительная практика»  
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профили: «Технология электрохимических производств», «Технология неорганических веществ»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
3		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
4		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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА:  
технологическая (проектно-технологическая) практика»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена:

Доктором технических наук, профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Коньковой Татьяной Владимировной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева «4» апреля 2022 г., протокол № 14.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 – Химическая технология**, профиль «**Технология неорганических веществ**», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой **Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку 2 Практики Учебного плана и рассчитана на прохождение обучающимися в 6 семестре (3 курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии

**Цель практики** – получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики, практическое ознакомление со структурой предприятия, с основным технологическим оборудованием и изучение процессов производства основных видов неорганических веществ, а также химической продукции.

**Задачами практики** являются формирование у обучающихся компетенций, связанных с химическим производством, организацией и структурой предприятий по производству неорганических веществ, способности и готовности осуществлять производство, работой с нормативно-технической документацией.

Способ проведения практики: выездная.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики способствует формированию 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-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Знает и понимает особенности поведения работников предприятий химической промышленности;
		УК-3.2 Знает основные типы социальных взаимодействий и социально-психологические критерии эффективности управления коллективом;
		УК-3.3 Умеет взаимодействовать с другими членами команды, в том числе участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом;
		УК-3.4 Умеет использовать современные социально-психологические технологии управления коллективом;

		УК-3.6 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию
--	--	---

**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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса.	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 А. Проведение научно-
			ПК 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	
			ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	

				исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
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 проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	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,
			ПК-3.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты	



			ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и	ПК-6 Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.1 Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических 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

<p>комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>		<p>ПК-6.2 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>рамках направления подготовки.</p> <p>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,</p> <p>Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>
			<p>ПК-6.3 Владеет современными информационными технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации</p>	

В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое при получении неорганических веществ и материалов;
- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;
- основные нормативные документы по стандартизации и оборудования и сертификации продукции;
- правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия.

*Уметь:*

- использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса неорганических веществ и материалов;
- анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.

*Владеть:*

- методами подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;
- методами осуществления технологического процесс в соответствии с регламентом.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 6 семестре. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
Контактная самостоятельная работа	3	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		107,6	80,7
в том числе в форме практической подготовки		107,6	80,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

#### 4.1. Разделы практики

Разделы	Раздел практики	Самостоятельная работа, акад. ч.
Раздел 1	Ознакомление со структурой предприятия и технологией производства неорганических веществ и материалов	36
Раздел 2	Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на конкретном предприятии по производству неорганических веществ и материалов. Выполнение индивидуального задания	36

Раздел 3	Систематизация материала, подготовка отчета	35,6
	<b>Всего часов</b>	<b>Академ. часы из 107,6</b>

#### 4.2. Содержание разделов практики

##### **Раздел 1. Ознакомление со структурой предприятия и технологией производства неорганических веществ и материалов**

Общая характеристика предприятия. Номенклатура и объемы выпускаемой продукции. Методы производства. Принципиальная технологическая схема производства продукции. Структура предприятия, основные производственные цеха и отделения. Характеристики основного оборудования.

##### **Раздел 2. Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на конкретном предприятии по производству неорганических веществ и материалов. Выполнение индивидуального задания**

Основные производственные процессы в соответствии с технологической схемой предприятия. Основные параметры производственных процессов и работы технологического оборудования. Методы контроля и управления технологическими процессами. Контроль качества готовой продукции.

Выполнение индивидуального задания.

##### **Раздел 3. Систематизация материала, подготовка отчета**

Обобщение и систематизация данных по структуре, технологии производства, применяемому оборудованию, выпускаемой предприятием продукции, методам и формам контроля продукции. Поиск и сбор недостающих данных. Подготовка и написание отчета. Подготовка и написание отчета по выполнению индивидуального задания.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	<b>Знать:</b>			
1	- технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое при получении неорганических веществ и материалов;	+	+	+
2	- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;	+	+	+
3	- основные нормативные документы по стандартизации и оборудования и сертификации продукции;	+	+	+
4	- правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия.	+	+	+
	<b>Уметь:</b>	+	+	+
5	- использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса неорганических веществ и материалов;	+	+	+
6	- анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.	+	+	+
	<b>Владеть:</b>	+	+	+
7	- методами подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;	+	+	+
8	- методами осуществления технологического процесс в соответствии с регламентом	+	+	+
<b>В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения:</b>				
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		

9	УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	<p>УК-3.1 Знает и понимает особенности поведения работников предприятий химической промышленности;</p> <p>УК-3.2 Знает основные типы социальных взаимодействий и социально-психологические критерии эффективности управления коллективом;</p> <p>УК-3.3 Умеет взаимодействовать с другими членами команды, в том числе участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом;</p> <p>УК-3.4 Умеет использовать современные социально-психологические технологии управления коллективом;</p> <p>УК-3.6 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию</p>	+	+	+
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
10	ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	<p>ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса.</p> <p>ПК 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.</p>	+	+	+

11	ПК-3 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции ПК-3.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	+	+	+
12	ПК-6 Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами	ПК-6.1 Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов ПК-6.2 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов ПК-6.3 Владеет современными информационными технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 – Химическая технология* проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 – Химическая технология* проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой практики предусмотрена самостоятельная работа обучающегося на предприятии (например, по производству азотных удобрений) под руководством руководителя практики-

К прохождению практики на территории предприятия допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности, внутреннему распорядку предприятия и прослушавшие лекции о структуре завода и организации производственного процесса. Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Итоговая оценка по практике, зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 40 баллов), отчета о выполнении индивидуального задания (максимальная оценка за отчет о выполнении индивидуального задания – 20 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### 8.1. Требования к отчету о прохождении практики

Отчет о прохождении практики выполняется студентом во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки *18.03.01 – Химическая технология* профиль «*Технология неорганических веществ*».

Отчет должен содержать следующие основные структурные элементы:

- титульный лист с наименованием вида практики и названия предприятия – места прохождения практики;
- содержание отчета;
- цель и задачи практики;
- краткая историческая справка о предприятии – места прохождения практики;
- ассортимент и объемы продукции, производимой предприятием, с указанием нормативных документов и сертификатов на выпускаемую продукцию;
- структура предприятия, основные производственные цеха и отделы;
- технологическая схема процесса производства основного продукта с указанием основного оборудования, применяемого для осуществления того или иного технологического процесса, при возможности – с указанием параметров работы основного технологического оборудования:
- (перечень процессов и оборудования)
- список источников информации для подготовки отчета.



Отчет о прохождении практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Желательно иллюстрировать текстовый материал рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Объем отчета не должен превышать 50 стр.

### 8.2. Примерная тематика индивидуальных заданий

Индивидуальное задание выполняется обучающимся самостоятельно на основе сбора дополнительной информации во время прохождения практики, а также информации, полученной из других источников, например, сети Интернет.

Индивидуальное задание направлено на углубленное изучение обучающимся тех или иных вопросов, связанных с технологией производства неорганических веществ, технологическими процессами, оборудованием для их осуществления, технологическими параметрами процесса производства, контролем качества производимой продукции.

Отчет о выполнении индивидуального задания должен выполняться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчету о прохождении практики. Отчет о выполнении индивидуального задания должен включать текст, необходимые рисунки, формулы, схемы и фотографии.

Примерная тематика индивидуальных заданий представлена ниже.

*Для предприятий по производству основных неорганических веществ*

1. Цех производства аммиака
2. Цех производства азотной кислоты
3. Цех производства фосфорной кислоты

### 8.3. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики

1. Основные направления деятельности предприятия, на котором проходила практика.
2. Какие технологические операции проводятся на предприятии?
3. Какое оборудование используется в цехе?

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

### 8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

*Зачет с оценкой* по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой:

<p>«Утверждаю» И.о. заведующего кафедрой технологии неорганических веществ и электрохимических процессов _____ Лемешев Д.О.. «__» _____ 20__ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b></p>
	<p><b>18.03.01 – Химическая технология Профиль – «Технология неорганических веществ»</b></p>

	<b>Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика</b>
<b>Билет № 1</b>	
1. Какие технологические операции проводятся на предприятии? 2. Какое оборудование используется в цехе?	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### *А. Основная литература*

1. Производственный регламент предприятия
2. Инструкции

#### *Б. Дополнительная литература*

1. Литература по тематике производства предприятия

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 2713-2854
- Журнал «Химическая технология»
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

## 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом практика проводится в форме самостоятельной работы студента с использованием материально-технической базы Предприятия и Университета.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Предоставляет предприятие и библиотека

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

Персональные компьютера с выходом и интернет

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по производству неорганических материалов; сборники технологических схем, справочники по технологии неорганических веществ, справочники по процессам и аппаратам химической технологии, справочная литература основного и вспомогательного оборудования по технологии неорганических веществ.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	неограничено	бессрочно
2	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li><li>• <b>OneNote</b></li><li>• <b>Access</b></li><li>• <b>Publisher</b></li><li>• <b>InfoPath</b></li></ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	неограничено	12 месяцев с продлением

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

*Знает, умеет, владеет необходимо заполнить в соответствии с формулировками п.2 и расстановкой по разделам п.5.*

<b>Наименование разделов практики</b>	<b>Основные показатели оценки</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки</b>
<p><b>Раздел 1.</b> Ознакомление со структурой предприятия и технологией производства неорганических веществ и материалов</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое при получении неорганических веществ и материалов;</li> <li>- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;</li> <li>- основные нормативные документы по стандартизации и оборудования и сертификации продукции;</li> <li>- правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса неорганических веществ и материалов;</li> <li>- анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;</li> <li>- методами осуществления технологического процесс в соответствии с регламентом.</li> </ul>	<p>Оценка за отчет о прохождении практики</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на конкретном предприятии по производству</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое при получении неорганических веществ и материалов;</li> <li>- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;</li> </ul>	<p>Оценка за отчет о прохождении практики</p> <p>Оценка за отчет о выполнении индивидуального задания</p>

<p>неорганических веществ и материалов. Выполнение индивидуального задания</p>	<p>- основные нормативные документы по стандартизации и оборудования и сертификации продукции; - правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия. <i>Умеет:</i> - использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса неорганических веществ и материалов; - анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации. <i>Владеет:</i> - методами подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства; - методами осуществления технологического процесс в соответствии с регламентом.</p>	
<p><b>Раздел 3.</b> Систематизация материала, подготовка отчета</p>	<p><i>Знает:</i> - технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое при получении неорганических веществ и материалов; - основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; - основные нормативные документы по стандартизации и оборудования и сертификации продукции; - правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия. <i>Умеет:</i> - использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса неорганических веществ и материалов; - анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной</p>	<p>Результаты итогового опроса  Оценка за отчет</p>

	<p>документации.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- методами подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;</li><li>- методами осуществления технологического процесс в соответствии с регламентом.</li></ul>	
--	---	--

### **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;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;

– 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 практики

« \_\_\_\_\_ »

### основной образовательной программы

« \_\_\_\_\_ »

код и наименование направления подготовки (специальности)

« \_\_\_\_\_ »

наименование ООП

Форма обучения: \_\_\_\_\_

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»**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 16

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**

Программа составлена:

Доктором технических наук, профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Коньковой Татьяной Владимировной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева «4» апреля 2022 г., протокол № 14.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки бакалавров **18.03.01 – Химическая технология**, профиль «**Технология неорганических веществ**», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой **Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к обязательной части учебного плана блока 2 Практики и рассчитана на проведение практики в 7 семестре обучения.

Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии.

**Цель практики** – формирование профессиональных компетенций и приобретение навыков в области технологии неорганических веществ посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности.

**Задачами практики** являются:

- приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы;
- обработка, интерпретация и представление научных результатов;
- подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

Способ проведения практики: стационарная

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики –при подготовке бакалавров по направлению **18.03.01 – Химическая технология**, профиль «**Технология неорганических веществ**» способствует формированию 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1 Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности; УК-1.4 Умеет определять и оценивать варианты возможных решений задачи УК-1.5 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинства и недостатки.

**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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса.	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 А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.
			ПК 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	
			ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	

				А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
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 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.1 Знает порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками	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 А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по
			ПК 2.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий	
			ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	

				отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
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 проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	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,
			ПК-3.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты	

			ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и	ПК-4 Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов	ПК-4.1 Знает современные подходы к научному исследованию	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

<p>комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау</p>	<p>ПК-4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада</p>	<p>рамках направления подготовки.</p> <p>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,</p>
			<p>ПК-4.3 Владеет современными методами обработки данных</p>	<p>Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>



<p>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.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство;</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>ПК-5.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>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.</p> <p>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,</p>
			<p>ПК-5.2 Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования неорганических веществ и материалов</p>	

			ПК-5.3 Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов	Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).

В результате прохождения практики студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- теоретические основы химической технологии;
- свойства химических элементов, соединений и функциональных материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач.

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах для научных исследований, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;
- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.

*Владеть:*

- основными навыками организации научно-исследовательских и технологических экспериментов;
- методами поиска и изучения научно-технической информации по тематике исследования.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 7 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления *18.03.01 – Химическая технология*. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,67</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
Практические занятия (ПЗ)	2,67	96	72
в том числе в форме практической подготовки	2,67	96	72
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4,33</b>	<b>156</b>	<b>117</b>
Контактная самостоятельная работа	4,33	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		155,6	116,7
в том числе в форме практической подготовки		155,6	116,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

#### 4.1. Разделы практики и виды занятий

Раздел	Наименование раздела	Академ. часов			
		Всего	Аудит. работа	Сам. работа	Форма контроля
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Выполнение научных исследований</b>	<b>168</b>	<b>64</b>	<b>92</b>	<b>+</b>
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Подготовка научного</b>	<b>84</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>+</b>

	<b>доклада и презентации</b>				
	<b>ИТОГО</b>	<b>252</b>	<b>96</b>	<b>-</b>	<b>+</b>

#### **4.2. Содержание разделов практики**

##### **Раздел 1. Выполнение научных исследований**

Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе.

Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования.

Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов.

##### **Раздел 2. Подготовка научного доклада и презентации**

Анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
	<b>Знать:</b>			
1	- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;		+	+
2	- теоретические основы химической технологии;		+	+
3	- свойства химических элементов, соединений и функциональных материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач.		+	+
	<b>Уметь:</b>		+	+
4	- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;		+	+
5	- работать на современных приборах для научных исследований, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;		+	+
6	- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.		+	+
	<b>Владеть:</b>		+	+
7	- основными навыками организации научно-исследовательских и технологических экспериментов;		+	+
8	- методами поиска и изучения научно-технической информации по тематике исследования.		+	+
<b>В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения:</b>				
	<b>Код и наименование УК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>		
9	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1 Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности; УК-1.4 Умеет определять и оценивать варианты возможных решений задачи УК-1.5 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинства и недостатки.	+	+

	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>		
10	ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса. ПК 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции. ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	+	+
11	ПК-2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.1 Знает порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками ПК 2.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	+	+
12	ПК-3 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции ПК-3.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	+	+

13	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 современные подходы к научному исследованию ПК-4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада ПК-4.3 Владеет современными методами обработки данных	+	+
14	ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов ПК-5.2 Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования неорганических веществ и материалов ПК-5.3 Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 – Химическая технология* проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 – Химическая технология* проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

На практику учебным планом выделено 156 акад. часов (117 астрон. часов) самостоятельной работы.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Комплект оценочных средств по практике предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы практики. А также для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств включает:

- оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в форме устного опроса, позволяющего оценивать и диагностировать знание фактического материала, умение правильно использовать специальные термины и понятия, планировать и выполнять научное исследование;
- оценочные средства для проведения итогового контроля в форме зачета с оценкой

### 8.1. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ

1. Катализаторы для разложения озона
2. Разделение воздуха с помощью цеолитных адсорбентов
3. Разложение низкосортного фосфатного сырья
4. Синтез осажденных катализаторов окисления монооксида углерода

### 8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения практики

Контрольные работы проводятся в форме устного опроса по теме научно-исследовательской работы. Максимальная оценка за каждую работу – 20 баллов.

#### Контрольная работа №1

Максимальная оценка – 20 баллов

- Представление программы научного исследования.
- Основные достижения науки и производства по теме исследования.
- Актуальность выполняемой работы.
- Обоснование выбора и характеристика применяемых методов исследования.
- Предполагаемые научные и практические результаты выполняемого исследования.

#### Контрольная работа №2

Максимальная оценка – 20 баллов

- Контроль выполнения программы научно-исследовательской работы.
- Анализ аналитического обзора по теме исследования.



– Необходимость корректировки темы и методов выполняемого исследования.

– Анализ полученных научных результатов.

– Графическое представление результатов эксперимента.

### **Контрольная работа №3**

Максимальная оценка – 20 баллов

– Соответствие содержания отчета программе исследования.

– Качество оформления отчета.

– Содержание презентации научно-исследовательской работы.

### **8.3. Итоговый контроль освоения практики**

**Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения практики**

1. Актуальность исследуемой темы.
2. Перечень используемых методов исследования.
3. Используемое оборудование.

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* (7 семестр )– 40 баллов.

### **8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой**

*Зачет с оценкой* по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой

<b>«Утверждаю»</b> И.о. заведующего кафедрой технологии неорганических веществ и электрохимических процессов _____ Лемешев Д.О.. «__» _____ 20__ г.	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b>
	<b>18.03.01 – Химическая технология Профиль – «Технология неорганических веществ»</b>
	<b>«Производственная практика: научно- исследовательская работа»</b>
<b>Билет № 1</b>	
<b>1. Оборудование, используемое в научном исследовании</b>	
<b>2. Разработанность темы исследования</b>	

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### ***А. Основная литература***

Периодические издания, научные журналы

#### ***Б. Дополнительная литература***

Патенты

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

Научно-технические журналы:

- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 2713-2854
- Журнал «Химическая технология»
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

## **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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 ПРАКТИКИ**

В соответствии с учебным планом занятия по практике проводятся в форме практической и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием:  
 Автоматический адсорбционный анализатор удельной поверхности и пористости Nova 1200e Quantachrome США – используется для определения текстурных характеристик материалов (объема и размера пор, удельной поверхности) по изотермам адсорбции-десорбции азота при 77 К; Адсорбционная установка для исследования равновесной адсорбции газов, Пресс Pike IR с цифровым датчиком давления - используется для прессования гранул катализаторов из порошков; Центрифуга ОПН для разделения твердой и жидкой фаз; Пламенный спектрофотометр ФПА-2-01 для определения концентрации щелочных и щелочно-земельных металлов в растворах; Счетчик прецизионный газовый SHINAGAWA с жидкостным затвором; Термостаты жидкостные; Электромеханические мешалки; Весы аналитические OHAUS PA, весы лабораторные электронные KERN 440-43n, весы лабораторные DL-300, весы технические Ek 600, лабораторные электронные весы BK-600; Сушильные шкафы SNOL; рН-метры-иономеры; Аквадистилляторы; Анализатор ХПК «Эксперт-001-ХПК» (портативный); Колбонагреватели; Магнитные мешалки; Кондуктометр «Эксперт-002»; Насосы вакуумные; Печи муфельные SNOL; Фотометр

фотоэлектрический Юнико 1201; Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Всеми индивидуально требуемыми пособиями обладает библиотека.

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

Персональные компьютеры с выходом и интернет

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде. сборники технологических схем, справочники по технологии неорганических веществ, справочники по процессам и аппаратам химической технологии, справочная литература.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	неограничено	бессрочно
2	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	неограничено	12 месяцев с продлением

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

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

<p><b>Раздел 1. Выполнение научных исследований</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;</li> <li>- теоретические основы химической технологии;</li> <li>- свойства химических элементов, соединений и функциональных материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;</li> <li>- работать на современных приборах для научных исследований, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;</li> <li>- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными навыками организации научно-исследовательских и технологических экспериментов;</li> <li>- методами поиска и изучения научно-технической информации по тематике исследования.</li> </ul> <p>—</p>	<p>Оценка за контрольные работы №1, 2. Оценка на <i>контрольные работы</i></p>
---	---	--

<p><b>Раздел 2. Подготовка научного доклада и презентации</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;</li> <li>- теоретические основы химической технологии;</li> <li>- свойства химических элементов, соединений и функциональных материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;</li> <li>- работать на современных приборах для научных исследований, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;</li> <li>- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными навыками организации научно-исследовательских и технологических экспериментов;</li> <li>- методами поиска и изучения научно-технической информации по тематике исследования.</li> </ul> <p>—</p>	<p>Оценка за контрольную работу №3. Оценка за зачет</p>
---	---	---

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

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

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ 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;
- Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенной 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 практики**

« \_\_\_\_\_ »

**основной образовательной программы**

« \_\_\_\_\_ »

код и наименование направления подготовки (специальности)

« \_\_\_\_\_ »

наименование ООП

Форма обучения: \_\_\_\_\_

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»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 6

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров

**Москва 2022**



Доктором технических наук, профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Коньковой Татьяной Владимировной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева «4» апреля 2022 г., протокол № 14.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки бакалавров **18.03.01 – Химическая технология**, профиль «**Технология неорганических веществ**», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой **Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов** РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к обязательной части учебного плана блока 2 Практики и рассчитана на проведение практики в 8 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся освоили все дисциплины и иные практики, предусмотренные учебным планом, и имеют теоретическую и практическую подготовку в области ...

**Цель практики** – – закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в процессе обучения по программе бакалавриата; приобретение практического опыта работы с источниками научно-технической информации, опыта постановки и выполнения научно-исследовательских и проектных задач; овладение методологией и методами обработки результатов исследования; сбор, подготовка и анализ материалов по тематике выпускной квалификационной работы.

**Задачами практики** являются окончательное формирование у обучающихся ... компетенций, связанных с химической технологией:

- приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы;
- получение теоретических и экспериментальных результатов для выпускной квалификационной работы.
- обработка, интерпретация и представление научных результатов.

Способ проведения практики: стационарная

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Прохождение практики при подготовке бакалавров по направлению **18.03.01 – Химическая технология**, профиля «**Технология неорганических веществ**» направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

*(Из соответствующего УП с учетом подходящего уровня квалификации из Профстандарта, например):*

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
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
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-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса.	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
	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 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	
			ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	

				от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно- исследовательских и опытно- конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
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 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.1 Знает порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками	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
			ПК 2.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий	
			ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	

				Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и	ПК-3 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями

<p>комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>		<p>ПК-3.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты</p>	<p>работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>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,</p> <p>Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>
			<p>ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции</p>	

<p>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.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство;</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>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</p>	<p>ПК-4.1 Знает современные подходы к научному исследованию</p>	<p>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.</p> <p>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,</p> <p>Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и</p>
			<p>ПК-4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада</p>	
			<p>ПК-4.3 Владеет современными методами обработки данных</p>	

				оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также	Химическое, химико-технологическое производство;  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и	ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических 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



<p>комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>		<p>ПК-5.2 Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>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,</p>
			<p>ПК-5.3 Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов</p>	<p>Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>

<p>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.</p>	<p>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).</p>	<p>ПК-6 Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами</p>	<p>ПК-6.1 Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации в области технологии неорганических веществ и материалов</p>	<p>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</p>
			<p>ПК-6.2 Умеет подбирать технологические параметры процесса производства и использования неорганических веществ и материалов</p>	

			<p>ПК-6.3 Владеет основами проектирования технологической линии производства для получения неорганических веществ и материалов с заданными свойствами</p>	<p>04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция  А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>
--	--	--	---	---

В результате прохождения практики обучающийся должен:

*Знать:*

- основы организации и методологию научных исследований;
- современные научные концепции технологии;
- структуру и методы управления современным производством.

*Уметь:*

- работать с текстами научных статей отечественных и зарубежных научных журналов, пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять результаты научных исследований;

- использовать полученные теоретические знания для постановки задач исследования.

*Владеть:*

- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций.

### 3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 8 семестре. Итоговый контроль прохождения практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>9</b>	<b>324</b>	<b>243</b>
Контактная самостоятельная работа		0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	9	323,6	242,7
в том числе в форме практической подготовки		323,6	242,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

#### 4.1. Разделы практики

Раздел	Раздел практики	Объем раздела, акад. ч.
Раздел 1	Организация и осуществление научно-исследовательской и производственной деятельности	100
Раздел 2	Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы. Оформление отчета	224
	<b>Всего часов</b>	<b>324</b>

#### 4.2. Содержание разделов практики

**Раздел 1. Организация и осуществление научно-исследовательской и производственной деятельности**

Цели и задачи преддипломной практики. Организационно-методические мероприятия.

Принципы, технологии, формы и методы организации научно-исследовательской деятельности на примере организации научной работы кафедры (проблемной лаборатории,

научной группы). Принципы, технологии, формы и методы обучения студентов на примере организации учебной работы кафедры.

**Раздел 2. Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы. Оформление отчета**

Сбор, обработка и систематизация информационного материала. Оформление отчета. Личное участие обучающегося в выполнении научно-исследовательской работы кафедры.

Подготовка материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	<b>Знать:</b>	+	+
1	- основы организации и методологию научных исследований	+	+
2	- современные научные концепции технологии	+	+
3	- структуру и методы управления современным производством	+	+
	<b>Уметь:</b>		
3	- работать с текстами научных статей отечественных и зарубежных научных журналов, пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять результаты научных исследований	+	+
4	- использовать полученные теоретические знания для постановки задач исследования	+	+
	<b>Владеть:</b>		
5	- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций.	+	+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения:</i>			
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>	
6	ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса. ПК 1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции. ПК-1.3 Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	+

7	ПК-2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	ПК-2.1 Знает порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками ПК 2.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой	+	+
8	ПК-3 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.	ПК-3.1 Знает основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции ПК-3.2 Умеет оценить и интерпретировать полученные результаты ПК-3.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции	+	+
9	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 современные подходы к научному исследованию ПК-4.2 Умеет оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада ПК-4.3 Владеет современными методами обработки данных	+	+

10	ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов	ПК-5.1 Знает физико-химические основы получения и использования неорганических веществ и материалов ПК-5.2 Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства и использования неорганических веществ и материалов ПК-5.3 Владеет методами получения и использования неорганических веществ и материалов	+	+
----	---	---	---	---



## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 – Химическая технология* проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

### 6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 – Химическая технология* проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом и темой государственной итоговой аттестации обучающегося.

Основу содержания самостоятельной работы обучающегося при прохождении практики в случае выполнения выпускной квалификационной работы в виде НИР составляет освоение методов, приемов, технологий анализа и систематизации научно-технической информации, разработка планов и программ проведения научных исследований и выполнение исследований по теме выпускной квалификационной работы с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится.

При прохождении практики обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

- посещение семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;
- посещение предприятий по производству ..., выставок;
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 60 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

### 8.1. Требования к отчету о прохождении практики

Отчет о прохождении практики выполняется студентом во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки *18.03.01 – Химическая технология* профиль «*Технология неорганических веществ*».

Отчет должен содержать следующие основные структурные элементы:

- титульный лист с наименованием вида практики и названия предприятия – места прохождения практики;
- содержание отчета;
- цель и задачи практики;
- актуальность темы исследования;
- литературный обзор о разработанности данной темы;
- объекты и методы исследования;

- полученные результаты;
- список источников информации для подготовки отчета.

Отчет о прохождении практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Желательно иллюстрировать текстовый материал рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Объем отчета не должен превышать 50 стр.

### **8.2. Примерная тематика отчетов по практике**

1. Катализаторы для разложения озона
2. Разделение воздуха с помощью цеолитных адсорбентов
3. Разложение низкосортного фосфатного сырья
4. Синтез осажденных катализаторов окисления монооксида углерода

### 8.3. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики

1. Актуальность исследуемой темы.
2. Состояние современных исследований по данной теме
3. Перечень используемых методов исследования.
4. Используемое оборудование.

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

### 8.4. Структура и пример билетов для *вид контроля из УП*

Зачет с оценкой по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой:

<p>«Утверждаю» Заведующий кафедрой технологии неорганических веществ и электрохимических процессов _____ Колесников В.А. «__» _____ 20__ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов</b></p>
	<p><b>18.03.01 – Химическая технология Профиль – «Технология неорганических веществ»</b></p>
	<p><b>«Производственная практика: преддипломная практика»</b></p>
<p><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Актуальность темы исследования</p> <p>2. Методики анализов</p>	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### *А. Основная литература*

1. Кожухар В. М. Основы научных исследований: Учебное пособие. М.: Дашков и К, 2013. 216 с.
2. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 224 с.
3. Периодическая литература по теме исследования

#### *Б. Дополнительная литература*

1. Пятницкая-Позднякова И. С. Основы научных исследований в высшей школе. Учебное пособие. М.: Высшая шк., 2003. 116 с.
2. Аверченков В.И., Малахов Ю.А. Основы научного творчества: учебное пособие. М. Флинта, 2011, - 156 с.
3. Кузнецов И.Н. Основы научных исследований: учебное пособие. М.: Дашков и К., 2011. – 283 с.

4. Фаддеев М.А. Элементарная обработка результатов экспериментов: учебное пособие. СПб.: Лань, 2008, - 118 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 2713-2854
- Журнал «Химическая технология»
- Журнал «Журнал прикладной химии» ISSN 0044-4618

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www1.fips.ru>
- <http://www.rupto.ru>
- <http://www.uspto.gov>
- <http://www.sciencedirect.com>
- <http://link.springer.com>
- [rspu.edu.ru](http://rspu.edu.ru)

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку 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 практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 2021 год 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 ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом практика проводится в форме самостоятельной работы обучающегося, как правило, на кафедре, осуществляющей подготовку обучающегося, и включает освоение программы практики с использованием материально-технической базы кафедры.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием:

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием:

Автоматический адсорбционный анализатор удельной поверхности и пористости Nova 1200e Quantachrome США – используется для определения текстурных характеристик материалов (объема и размера пор, удельной поверхности) по изотермам адсорбции-десорбции азота при 77 К; Адсорбционная установка для исследования равновесной адсорбции газов, Пресс Pike IR с цифровым датчиком давления - используется для прессования гранул катализаторов из порошков; Центрифуга ОПН для разделения твердой и жидкой фаз; Пламенный спектрофотометр ФПА-2-01 для определения концентрации щелочных и щелочно-земельных металлов в растворах; Счетчик прецизионный газовый SHINAGAWA с жидкостным затвором; Термостаты жидкостные; Электромеханические мешалки; Весы аналитические OHAUS PA, весы лабораторные электронные KERN 440-43n, весы лабораторные DL-300, весы технические Ek 600, лабораторные электронные весы ВК-600; Сушильные шкафы SNOL; pH-метры-иономеры; Аквадистилляторы; Анализатор ХПК «Эксперт-001-ХПК» (портативный); Колбонагреватели; Магнитные мешалки; Кондуктометр «Эксперт-002»; Насосы вакуумные; Печи муфельные SNOL; Фотометр фотоэлектрический Юнико 1201; Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия

Комплекты иллюстрационного материала к лекционным курсам; наборы образцов функциональных материалов (катализаторов, адсорбентов, минеральных удобрений и др.); плакаты типовых постеров НИР и стендовых докладов на конференциях; наборы продукции промышленных предприятий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	WINHOME 10 Russian	Контракт № 28-		бессрочно

	OLV NL Each AcademicEdition	35ЭА/2020 от 26.05.2020		
2	<p>Microsoft Office Professional Plus 2019</p> <p>В составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020		12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	<p>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.</p>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020		12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	ABBY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

## 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b> Наименование раздела</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы организации и методологию научных исследований;</li> <li>- современные научные концепции технологии;</li> <li>- структуру и методы управления современным производством.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с текстами научных статей отечественных и зарубежных научных журналов, пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять результаты научных исследований;</li> <li>- использовать полученные теоретические знания для постановки задач исследования.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций.</li> </ul>	<p>Оценка за отчет по практике</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Выполнение выпускной квалификационной работы.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы организации и методологию научных исследований;</li> <li>- современные научные концепции технологии;</li> <li>- структуру и методы управления современным производством.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с текстами научных статей отечественных и зарубежных научных журналов, пользоваться научно-справочным аппаратом, оформлять результаты научных исследований;</li> <li>- использовать полученные теоретические знания для постановки задач исследования.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций.</li> </ul>	<p>Оценка за отчет по практике</p> <p>Оценка, полученная на зачете</p>

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

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

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ 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;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;

– 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 практике**

« \_\_\_\_\_ »

**основной образовательной программы**

« \_\_\_\_\_ »

код и наименование направления подготовки (специальности)

« \_\_\_\_\_ »

наименование ООП

Форма обучения: \_\_\_\_\_

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»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н. Филатов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ:  
ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»**

**Квалификация «бакалавр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«25» мая 2022 г.  
протокол № 6

**Москва 2022**

Программа составлена:

доцентом кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов,  
к.т.н., А.М. Гайдуковой

профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических  
процессов, д.т.н., доц. Т. В. Коньковой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических  
веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева «4» апреля 2022 г.,  
протокол № 14.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», государственная итоговая аттестация выпускников, завершающих обучение по программам высшего образования, в том числе по программам бакалавриата, является заключительным и обязательным этапом оценки содержания и качества освоения студентами основной образовательной программы по направлению **18.03.01 Химическая технология**, профиль **«Технология неорганических веществ»**.

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**, профиль **«Технология неорганических веществ»**.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат для направления подготовки бакалавров **18.03.01 Химическая технология**, по профилям **«Технология неорганических веществ»**, рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы относится к обязательной части образовательной программы и завершается присвоением квалификации «Бакалавр». Успешное прохождение государственной итоговой аттестации является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации образца, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы обучающихся по программе бакалавриата проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

Защита ВКР предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области традиционных и новых конкурентоспособных процессов в технологии неорганических веществ.

**Цель государственной итоговой аттестации: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров **18.03.01 Химическая технология**, профиль **«Технология неорганических веществ»**.

**Задачи государственной итоговой аттестации: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** – установление соответствия содержания, уровня и качества подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО; мотивация выпускников на дальнейшее повышение уровня компетентности в избранной сфере профессиональной деятельности на основе углубления и расширения полученных знаний и навыков путем продолжения познавательной деятельности в сфере практического применения знаний и компетенций.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

К государственной итоговой аттестации: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по направлению подготовки *18.03.01 Химическая технология*, профилю «*Технология неорганических веществ*».

У выпускника, освоившего программу бакалавриата, должны быть сформированы следующие **компетенции**:

### **Универсальные компетенции:**

- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;
- УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;
- УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах);
- УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;
- УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;
- УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;
- УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах;
- УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности;
- УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.

### **Общепрофессиональные компетенции:**

- ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов;
- ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности;
- ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии;
- ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья;

ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные;

ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

### **Профессиональные компетенции:**

ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;

ПК-2. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа;

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-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов;

ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами.

Индикаторы достижения компетенций прописаны в основной характеристике образовательной программы.

В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность указанных выше компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности. Студент должен:

#### *Знать:*

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- физико-химические основы процессов, применяемых в технологии неорганических веществ;
- основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада.

#### *Уметь:*

- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты.

#### *Владеть:*

- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;

- навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладеть современными методами исследования и анализа поставленных проблем;
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.

### 3. ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проходит в 8 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления **18.03.01 Химическая технология**, профиля **«Технология неорганических веществ»** и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8 семестре (4 курс) обучения в объеме 216 академических часов (6 ЗЕ).

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
Контактная самостоятельная работа	6	0,67	0,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		215,33	161,5
<b>Вид контроля: защита ВКР</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>защита ВКР</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы в форме защиты ВКР проходит в 8 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления **18.03.01 Химическая технология**, профиля, «**Технология неорганических веществ**» и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы – проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «Бакалавр».

Защита ВКР является обязательной процедурой итоговой государственной аттестации студентов высших учебных заведений, завершающих обучение по направлению подготовки бакалавриата. Она проводится публично на открытом заседании ГЭК в соответствии с локальными нормативными и распорядительными актами университета.

Материалы, представляемые к защите:

выпускная квалификационная работа (пояснительная записка);

задание на выполнение ВКР;

отзыв руководителя ВКР;

рецензия на ВКР;

презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем;

доклад.

В задачи ГЭК входят выявление подготовленности студента к профессиональной деятельности и принятие решения о возможности выдачи ему диплома.

Решение о присуждении выпускнику квалификации бакалавра принимается на заседании ГЭК простым большинством при открытом голосовании членов комиссии на основании результатов итоговых испытаний. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры защиты выпускной квалификационной работы. Апелляция о несогласии с результатами защиты выпускной квалификационной работы не принимается.

#### 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности	Защита ВКР
<b>Знать:</b>	
– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;	+
– физико-химические основы процессов, применяемых в технологии неорганических веществ;	+
– основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;	+



<b>Уметь:</b>	
- самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;	+
- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;	+
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;	+
<b>Владеть:</b>	
- методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;	+
- навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования, овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем;	+
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;	+
В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность следующих <b>компетенций</b> :	
<b>Универсальных компетенций:</b>	
- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;	+
- УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;	+
- УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;	+
- УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах);	+
- УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;	+
- УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;	+
- УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;	+
- УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;	+
- УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах;	+

- УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности;	+
- УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.	+
<b>Общепрофессиональных компетенций:</b>	
- ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов;	+
- ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности;	+
- ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и экологии;	+
- ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья;	+
- ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные;	+
- ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	+
<b>Профессиональных компетенций:</b>	
- ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;	+
- ПК-2. Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;	+
- ПК-3. Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа;	+
- 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-5. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования неорганических веществ и материалов;	+
- ПК-6. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства неорганических веществ и материалов с заданными свойствами.	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### **6.1. Практические занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 Химическая технология*, профиля «*Технология неорганических веществ*» «Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» проведение практических занятий не предполагает.

### **6.2. Лабораторные занятия**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 Химическая технология*, профиля «*Технология неорганических веществ*» «Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» проведение лабораторных занятий не предполагает.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению *18.03.01 Химическая технология*, профиля «*Технология неорганических веществ*» «Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» предполагает 216 акад. часов самостоятельной работы.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

### **8.1. Примерная тематика выпускных квалификационных работ**

1. Адсорбция антибиотиков из водных растворов модифицированным монтмориллонитом
2. Композитные материалы на основе природных глин и шинной крошки для окислительной деструкции ПАВ
3. Адсорбционные свойства органоминеральных сорбентов на основе природных глин и шинной крошки по парам воды и ПАВ
4. Адсорбционно-каталитическая очистка сточных вод от анионных красителей с помощью модифицированного монтмориллонита
5. Церийсодержащие катализаторы конверсии метана
6. Комплексная переработка экзогенного фосфатного сырья
7. Кинетика кислотной экстракции высококремнистых фосфоритов
8. Гетерогенное каталитическое окисление органических красителей в водных растворах
9. Сольвотермальный синтез нанонитей серебра
10. Получение пленочных фотокатализаторов с пространственно-упорядоченной наноструктурой на основе  $\text{TiO}_2$ , легированного кобальтом

### **8.2. Текущий контроль выполнения выпускной квалификационной работы**

Текущий контроль выполнения ВКР осуществляется в три этапа и проводится в форме собеседования преподавателя и студента.

На 1-ой контрольной точке преподаватель оценивает выполнение план-графика работы, понимание студентом цели и задач исследования, содержание аналитического обзора научно-технической литературы по теме ВКР.

На 2-ой контрольной точке студент представляет аналитический обзор, результаты экспериментальной научной работы (или технологические расчеты), в случае отставания от графика выполнения работы преподаватель указывает на возможности их ликвидации.

На 3-ей контрольной точке студент представляет практически законченную и оформленную работу и проект презентации. Назначается рецензент, составляется график защит ВКР и работа (или ее часть) передаются на проверку на объём заимствования.

### **8.3. Итоговый контроль освоения основной образовательной программы**

Итоговым контролем освоения образовательной программы является проверка сформированности компетенций выпускника, проводимая на защите ВКР. Особенности защиты ВКР обучающимся, не явившимся на заседание ГЭК, регламентируются Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации 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.

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

#### ***Критерии для оценки выпускной квалификационной работы***

Оценка **«отлично»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- постановка проблемы во введении соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО, носит комплексный характер и включает в себя обоснование актуальности, научной и практической значимости темы, формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы;
- содержание и структура исследования соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала носит проблемно-аналитический характер, отличается логичностью и смысловой завершенностью;
- промежуточные и итоговые выводы работы соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены требования к стилю и оформлению научных работ;
- публичная защита ВКР показала уверенное владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения;
- все текстовые заимствования оформлены достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает все необходимые компоненты постановки проблемы, в том числе формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы. Обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не вполне соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;
- содержание и структура работы в целом соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала не всегда носит проблемно-аналитический характер;
- промежуточные и итоговые выводы работы в целом соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены основные требования к оформлению научных работ;
- публичная защита выпускной квалификационной работы показала достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения;

– текстовые заимствования, как правило, оформлены достоверными ссылками, объем текстовых заимствований в целом соответствует специфике исследовательских задач.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

– введение включает основные компоненты постановки проблемы, однако в формулировках цели и задач исследования, его объекта и предмета допущены погрешности, обзор использованных источников и литературы носит формальный характер, обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;

– содержание и структура работы не полностью соответствуют поставленным задачам исследования;

– изложение материала носит описательный характер, список цитируемых источников не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи;

– выводы работы не полностью соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

– нарушен ряд основных требований к оформлению научных работ;

– в ходе публичной защиты проявилось неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы;

– значительная часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований лишь отчасти соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

– введение работы не имеет логичной структуры и не выполняет функцию постановки проблемы исследования;

– содержание и структура работы в основном не соответствует теме, цели и задачам исследования;

– работа носит реферативный характер, список цитируемых источников является недостаточным для решения поставленных задач;

– выводы работы не соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

– не соблюдены требования к оформлению научных работ;

– в ходе публичной защиты выпускной квалификационной работы проявилось неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию;

большая часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, текстовые заимствования составляют большой объем работы и преимущественно являются результатом использования нескольких научных и учебных изданий.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **9.1. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

– Журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0235-2206

– Журнал «Педагогический журнал» ISSN 2223-5434

– Журнал «Вестник образования России» ISSN 2312-8089

– Журнал «Новое образование. Практический научно-методический журнал» ISSN 2223-6864

– Журнал «Перспективы науки и образования» ISSN: 2307-2334

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет (при необходимости):

- <http://www1.fips.ru>
- <http://www.rupto.ru>
- <http://www.uspto.gov>
- <http://www.sciencedirect.com>
- <http://link.springer.com>
- [rspu.edu.ru](http://rspu.edu.ru)

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1 719 785 экз.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения обучающимися образовательной программы по направлению **18.03.01 Химическая технология**.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу студентов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также 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 ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Перечень оборудования для обеспечения проведения **государственной итоговой аттестации: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**: презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления).

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), библиотека (имеющую рабочие компьютерные места для бакалавров, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории,

оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий каждый обучающийся обеспечен во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

учебные пособия, методические рекомендации, научно-популярные электронные издания, электронные учебные издания.

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

персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; 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	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020		бессрочно
2	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> <li>• OneNote</li> <li>• Access</li> <li>• Publisher</li> <li>• InfoPath</li> </ul>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020		12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020		12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010	20 лицензий для активации на	бессрочная

		от 14.12.10	рабочих станциях	
--	--	-------------	---------------------	--



## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b> <b>Выполнение и представление результатов научных исследований.</b> 1.1 Выполнение научных исследований.</p> <p><b>Раздел 2.</b> <b>Выполнение и представление результатов научных исследований.</b> 1.2 1.2 Подготовка научного доклада и презентации.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;</li> <li>- физико-химические основы процессов, применяемых в технологии неорганических веществ;</li> <li>- основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;</li> <li>– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;</li> <li>– работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;</li> <li>– навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладеть современными методами исследования и анализа поставленных проблем;</li> <li>– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.</li> </ul>	<p>Оценка за первое, второе и третье промежуточные представления результатов научных исследований. Оценка на ГИА.</p>

### **13. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ 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  
«Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита  
выпускной квалификационной работы»  
основной образовательной программы**

ь18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль: «Технология неорганических веществ»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

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