

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.04.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Химия и технология неорганических веществ 1, 2

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)

Химическая технология органических и неорганических веществ

Форма обучения: очная

Год набора: 2025

Общая трудоемкость: 10 Е

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	8	Итого
Форма контроля	зачет	экзамен	
Вид занятий			
Лекции	32	24	56
Лабораторные	32	36	68
Практические	-	-	-
Руководство: курсовые работы	-	-	-
Промежуточная аттестация	0,25	0,35	0,6
Контактная работа	64,25	60,35	124,6
Самостоятельная работа	43,75	156	199,75
Контроль	-	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>252</b>	<b>360</b>

Рабочую программу составил(и):

**Доцент, к.х.н. Болотин А.**

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2029 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

---

(протокол заседания № 2 от «23» сентября 2024 г.).

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – вооружить студентов знаниями теоретических основ технологии неорганических веществ и практическими знаниями технологических производств продуктов основной химии и минеральных удобрений.

Задачи:

1. Сформировать знания о продуктах технологии неорганических веществ, областей их применения.
2. Изучить сырьевые источники для получения продуктов неорганической химии.
3. Изучить общие закономерности и основные принципы переработки минерального сырья для получения неорганических веществ.
4. Изучить физико-химические основы процессов и принципиальные технологические схемы производства неорганических веществ

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина относится к Блоку 1 (часть, формируемая участниками образовательных отношений).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – «Общая и неорганическая химия»; «Общая химическая технология», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (преддипломная практика)», «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР».

### 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-4 Способен разрабатывать, реализовывать и управлять процессами в области технологии неорганических веществ с применением соответствующего инструментария, цифровых технологий, а также методов моделирования.	ПК-4.1. Умеет применять современные методы моделирования физико-химических процессов в технологии неорганических веществ	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные закономерности химических процессов;</li><li>- основные химические производства;</li><li>- основные принципы организации химического производства, его структуру;</li><li>- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и физико-химических моделей;</li><li>- основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов и химических превращений;</li><li>- основные понятия теории управления технологическими процессами;</li></ul>
		<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- выполнять материальные, тепловые и конструктивные расчёты, выбирать и</li></ul>

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
		<p>обосновывать рациональную технологическую схему производства продукта, оценивать экономическую и технологическую эффективность производства, использовать основные химические законы, справочные данные для решения задач синтеза различных соединений, проводить качественный и количественный анализ с помощью химических и физико-химических методов.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами технологических расчётов отдельных узлов и деталей химического оборудования;</li> <li>- навыками проектирования химической аппаратуры;</li> <li>- методами проведения физико-химического анализа сырья и химических продуктов;</li> <li>- общими принципами и технологическими приёмами получения продуктов неорганического синтеза;</li> <li>- методами анализа эффективности работы химических аппаратов и производств;</li> <li>- современной научно-технической и патентной информацией в области химии и химической технологии.</li> </ul>
	<p>ПК-4.2. Способен проводить анализ существующих процессов и методов в технологии неорганических веществ</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы химико-технологических процессов;</li> <li>- новые производственные процессы получения неорганических продуктов;</li> <li>- методы исследования в области химической технологии.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить термодинамический и статический анализы химико-технологических процессов;</li> <li>- пользоваться диаграммами растворимости для обоснования технологических параметров процессов переработки растворимого природного сырья;</li> <li>- грамотно, с учетом термодинамических и кинетических закономерностей, а также экономических и экологических показателей проводить оптимизацию</li> </ul>

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
		<p>основных параметров технологического режима.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами химико-технологических расчетов процессов химических производств;</li> <li>- методами и приборами для проведения исследований в области химической технологии;</li> <li>- опытом планирования эксперимента.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Химия и технология неорганических веществ 1»

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
<b>Модуль 1.</b> Общие сведения о химической технологии неорганических веществ	Лек	<b>Лекция 1.</b> Продукты технологии неорганических веществ, области их применения. Классификация технологических процессов с точки зрения их эффективности	7	2	-	-	
	Лек	<b>Лекция 2.</b> Характеристика и классификация сырья по происхождению, агрегатному состоянию, химическому составу. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья. Добыча природного сырья, его очистка. Размещение химических производств в зависимости от места	7	2	-	-	
	Лаб	<b>Лабораторная работа 1.</b> Определение воды в сыпучем материале	7	8	-	-	Контрольные задачи
<b>Модуль 2.</b> Производство технологических газов и аммиака	Лек	<b>Лекция 3.</b> Основные промышленные и синтез-газы в технологии неорганических веществ, их свойства; методы получения технологических газов; получение азота, кислорода и редких газов из воздуха методом глубокого охлаждения	7	2	-	-	
	Лек	<b>Лекция 4.</b> Конверсионные способы получения азото-водородной смеси; очистка технологических газов от контактных ядов и других примесей; методы очистки и их классификация	7	2	-	-	
	Лаб	<b>Лабораторная работа 2.</b> Расчет материального и теплового балансов процесса конверсии метана.	7	8	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Лек	<b>Лекция 5.</b> Физико-химические основы процесса; стадии производства, выбор и обоснование оптимальных условий синтеза аммиака; катализаторы синтеза аммиака. Энерготехнологические и ресурсосберегающие схемы производства аммиака, особенности их эксплуатации; колонны синтеза, оптимальный	7	2	-	-	
<b>Модуль 3.</b> Производство неорганических кислот	Лек	<b>Лекция 6.</b> Технология азотной кислоты: разбавленная азотная кислота; физико-химические основы производства азотной кислоты. Катализаторы окисления аммиака	7	2	-	-	

	Лек	<b>Лекция 7.</b> Современные крупнотоннажные производства (схема АК-72М); концентрированная азотная кислота.	7	2	-	-	
	Лаб	<b>Лабораторная работа 3.</b> Определение концентрации кислоты по ее плотности и приготовление растворов кислоты заданной	7	8	-	-	Контрольные задачи
	Лек	<b>Лекция 8.</b> Технология серной кислоты: значение серной кислоты в народном хозяйстве; сырье для получения серной кислоты; производство сернистого газа; очистка и сушка газа, поступающего в контактное отделение; физико-химические основы контактного окисления диоксида серы, катализаторы	7	2	-	-	
	Лек	<b>Лекция 9.</b> Промышленные схемы контактного узла; абсорбция серного ангидрида; промышленные схемы производства серной кислоты; экологические проблемы – способы очистки отходящих газов.	7	2	-	-	
	Лек	<b>Лекция 10.</b> Фосфоросодержащее сырье и методы его переработки. Получение фосфора и термической фосфорной кислот.	7	2	-	-	
	Лек	<b>Лекция 11.</b> Получение экстракционной фосфорной кислоты, химизм процесса; технологическая схема производства ЭФК.	7	2	-	-	
	Лек	<b>Лекция 12.</b> Производство соляной кислоты.	7	2	-	-	
<b>Модуль 4.</b> Производство щелочей, соды и солей.	Лек	<b>Лекция 13.</b> Производство каустической соды, хлора и водорода	7	2	-	-	
	Лаб	<b>Лабораторная работа 4.</b> Получение гидроксида натрия каустификацией содового раствора	7	8	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Лек	<b>Лекция 14.</b> Производство извести и диоксида углерода.	7	2	-	-	
	Лек	<b>Лекция 15.</b> Производство кальцинированной соды.	7	2	-	-	
	Лек	<b>Лекция 16.</b> Катализаторы в неорганическом синтезе.	7	2	-	-	
	СР	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Изучение теоретического материала, Подготовка к зачету.	7	43,75	-	-	
	ПА	Промежуточная аттестация	7	0,25	-	-	<b>Зачет</b>
Итого:				108			

### Структура и содержание дисциплины «Химия и технология неорганических веществ 2»

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 5. Технология минеральных удобрений	Лаб	Лабораторная работа 1. Распознавание минеральных удобрений по внешнему виду и простым качественным реакциям	8	8	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Лек	Лекция 1. Минеральные удобрения в народном хозяйстве. Агротехническое значение, классификация минеральных удобрений.	8	2	-	-	
	Лек	Лекция 2. Аммиачная селитра, свойства, технология получения, производство.	8	2	-	-	
	Лаб	Лабораторная работа 2. Получение и определение составов в производстве простого суперфосфата.	8	8	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Лек	Лекция 3. Удобрения на основе аммиачной селитры, селитры, сульфат аммония.	8	2	-	-	
	Лек	Лекция 4. Карбамид, свойства, технология получения, производство.	8	2	-	-	
	Лек	Лекция 5. Фосфатное сырье и методы переработки. Фосфоритная мука. Термические фосфаты.	8	2	-	-	
	Лек	Лекция 6. Сернокислотное разложение природных фосфатов с получением суперфосфата.	8	2	-	-	
	Лек	Лекция 7. Двойной суперфосфат, свойства, технология получения, производство.	8	2	-	-	
	Лаб	Лабораторная работа 3. Получение и определение составов в производстве двойного суперфосфата	8	10	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Лек	Лекция 8. Преципитат, свойства, технология получения, производство	8	2	-	-	
	Лек	Лекция 9. Азотнокислотное разложение фосфоритов	8	2	-	-	
	Лек	Лекция 10. Нитроаммофоска, свойства, технология получения, производство.	8	2	-	-	
	Лек	Лекция 11. Калийные удобрения, свойства, технология получения, производство.	8	2	-	-	
	Лек	Лекция 12. Обзор современных представлений об удобрениях.	8	2	-	-	
	Лек	Лабораторная работа 4. Сложные, смешанные, жидкие удобрения.	8	10	-	-	



	СР	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Изучение теоретического материала.	8	156	-	-	
	Контроль	<b>Подготовка к экзамену</b>	8	35,65	-	-	Вопросы к экзамену №1-50
	ПА	<b>Экзамен</b>	8	0,35	-	-	Экзамен
Итого:				156			

## 5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения, в данном случае основанная на следующих формах обучения: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа. На лекциях и практических занятиях в основном используются наглядные и словесные методы обучения, а на лабораторных занятиях - практические методы работы в химической лаборатории.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

Дисциплина рассчитана на два семестра. В седьмом семестре план предусматривает лекции один раз в неделю, выполнение четырёх лабораторных работ и 9 практических работ. Изучение курса заканчивается зачетом.

В восьмом семестре план предусматривает лекции один раз в неделю, выполнение двух лабораторных работ и 12 практических работ. Предусмотрена разработка курсовой работы. Изучение курса заканчивается экзаменом.

### Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
<b>Модуль 1.</b> Общие сведения о химической технологии неорганических веществ	Продукты технологии неорганических веществ, области их применения. Классификация технологических процессов с точки зрения их эффективности. Характеристика и классификация сырья по происхождению, агрегатному состоянию, химическому составу. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья. Добыча природного сырья, его очистка. Размещение химических производств в зависимости от места добычи сырья
<b>Модуль 2.</b> Производство технологических газов и аммиака	Основные промышленные и синтез-газы в технологии неорганических веществ, их свойства; методы получения технологических газов; получение азота, кислорода и редких газов из воздуха методом глубокого охлаждения. Конверсионные способы получения азото-водородной смеси; очистка технологических газов от контактных ядов и других примесей; методы очистки и их классификация. Физико-химические основы процесса; стадии производства, выбор и обоснование оптимальных условий синтеза аммиака; катализаторы синтеза аммиака. Энерготехнологические и ресурсосберегающие схемы производства аммиака, особенности их эксплуатации; колонны синтеза, оптимальный температурный режим в зоне катализа, особенности конструкций

<b>Раздел, модуль</b>	<b>Подраздел, тема</b>
<b>Модуль 3.</b> Производство неорганических кислот	<p>Технология азотной кислоты: разбавленная азотная кислота; физико-химические основы производства азотной кислоты. Катализаторы окисления аммиака.</p> <p>Современные крупнотоннажные производства (схема АК- 72М); концентрированная азотная кислота.</p> <p>Технология серной кислоты: значение серной кислоты в народном хозяйстве; сырье для получения серной кислоты; производство сернистого газа; очистка и сушка газа, поступающего в контактное отделение; физико-химические основы контактного окисления диоксида серы, катализаторы процесса.</p> <p>Промышленные схемы контактного узла; абсорбция серного ангидрида; промышленные схемы производства серной кислоты; экологические проблемы – способы очистки отходящих газов.</p> <p>Фосфоросодержащее сырье и методы его переработки. Получение фосфора и термической фосфорной кислот. Получение экстракционной фосфорной кислоты, химизм процесса; технологическая схема производства ЭФК. Производство соляной кислоты.</p>
<b>Модуль 4.</b> Производство щелочей, соды и солей.	<p>Неорганические щелочи и их применение в других отраслях промышленности. Способы и основные стадии производства кальцинированной соды. Аммиачный способ производства и пути его интенсификации. Принципиальная схема производства кальцинированной соды. Производство хлора и водорода.</p> <p>Производство извести и диоксида углерода.</p>
<b>Модуль 5.</b> Технология минеральных удобрений	<p>Агротехническое значение минеральных удобрений; ассортимент и классификация минеральных удобрений. Азотные удобрения: аммиачная селитра, химизм и основные стадии производства; технологическая схема с использованием тепла реакции нейтрализации.</p> <p>Карбамид, оптимальные условия производства, основные стадии производства; методы утилизации газов дистилляции; технологическая схема с полным жидкостным рециклом.</p> <p>Фосфорные удобрения. Фосфоритная мука. Простой и двойной суперфосфаты, методы их производства; технологические схемы получения и грануляции суперфосфатов.</p> <p>Калийные удобрения: калийное сырье и способы его переработки; галлургический способ производства хлорида калия; комплексная переработка калийных руд.</p> <p>Комплексные (КУ) и сложные удобрения., методы производства КУ; получение КУ на основе фосфорной кислоты, производство удобрений на основе азотнокислого разложения фосфатов.</p>

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-4	Решение задач Отчет по лабораторной работе Тесты Вопросы к зачету №.1-50
8	ПК-4	Решение задач Отчет по лабораторной работе Тесты Вопросы к экзамену № 1-50

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Расчетные задачи на практических занятиях

*(наименование оценочного средства)*

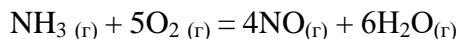
#### Типовые примеры заданий

#### Технология неорганических веществ 1

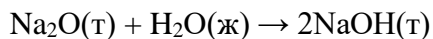
**Тема:** «Термодинамический анализ химических реакций в технологии неорганических веществ».

#### Вариант 1

Задание 1. Рассчитайте стандартную энтальпию и стандартную энтропию химической реакции. Определите в каком направлении при 298 °К (прямом или обратном) будет протекать реакция. Рассчитайте температуру, при которой равновероятны оба направления реакции.

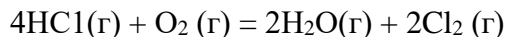


Задание 2. Вычислите энергию Гиббса и определите возможность протекания реакции при температурах 600 и 3450 К.

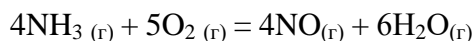


#### Вариант 2

Задание 1. Рассчитайте стандартную энтальпию и стандартную энтропию химической реакции. Определите в каком направлении при 298 °К (прямом или обратном) будет протекать реакция. Рассчитайте температуру, при которой равновероятны оба направления реакции.



Задание 2. Вычислите энергию Гиббса и определите возможность протекания реакции при температурах 600 и 3450 К.

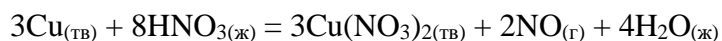


### Вариант 3

Задание 1. Рассчитайте стандартную энтальпию и стандартную энтропию химической реакции. Определите в каком направлении при 298 °K (прямом или обратном) будет протекать реакция. Рассчитайте температуру, при которой равновероятны оба направления реакции.



Задание 2. Вычислите энергию Гиббса и определите возможность протекания реакции при температурах 600 и 3450 K.



**Тема «Технологии неорганических веществ связанного азота».**

### Вариант 1

Задание 1. Определите концентрацию аммиака на входе в контактный аппарат, если уменьшение объема в результате реакции составляет 0,9. Концентрация аммиака на выходе составляет 16% (по объему).

### Вариант 2

Задание 1. Рассчитайте состав синтез-газа на выходе из колонны синтеза аммиака, если концентрация аммиака на входе в колонну 2% (по объему). Расчет вести на 100 кмоль газа. Уменьшение объема вследствие реакции ДУ=0,89.

### Вариант 3

Задание 1. Выразите состав эквимолекулярной смеси азота и водорода: а) моль/л; б) в процентах по массе; в) в процентах по объему.

**Тема: «Технология азотной кислоты».**

### Вариант 1

Задание 1. На производство азотной кислоты подается 1,18·10<sup>4</sup> кг аммиака, 3,63·10<sup>4</sup> кг кислорода, 11,30·10<sup>4</sup> кг азота в час. Определите состав аммиачно-воздушной смеси в процентах (по объему).

### Вариант 2

Задание 1. На окисление поступает 26 000 м<sup>3</sup> сухой аммиачно-воздушной смеси, содержащей 8% NH<sub>3</sub> (по объему). Степень превращения NH<sub>3</sub> в NO 0,98. Определите повышение температуры за счет реакции окисления. Энтальпия реакции окисления до NO = - 226,45 кДж/моль NH<sub>3</sub>. Средняя удельная теплоемкость нитрозного газа 32,34 кДж/(кмоль· K).

### Вариант 3

Задание 1. Определите температуру, развиваемую в контактном аппарате окисления аммиака, по следующим данным. В аппарат поступает 30000 м<sup>3</sup> аммиачно-воздушной смеси, содержащей 10% (по объему) аммиака, нагретой до 573 K (300 °C). Степень окисления аммиака 0,96. Энтальпия реакции окисления до NO = —226450 Дж/кмоль. Средняя удельная теплоемкость газовой смеси до реакции 29,74 кДж/(кмоль·1ч), после реакции 32,34 кДж/(кмоль· K).

**Тема: «Технология серной кислоты».**

**Вариант 1**

Задание 1. На складе имеется 18%-ный олеум. Сколько такого олеума соответствует 5 т 94%-ной кислоты? (4.5 т олеума)

Задание 2. Определите количество теплоты, выделяющееся при обжиге 1 т колчедана, содержащего 38% серы, если степень выгорания серы 0,96.  $\Delta H_{\text{FeS}_2} = - 3413,2 \text{ кДж/моль}$ . ( $5226 \times 10^3 \text{ кДж}$ )

**Вариант 2**

Задание 1. Сколько 18%-ного олеума и оксида (VI) нужно для приготовления 1 т 24%-ного олеума? (927 кг олеума и 73 кг  $\text{SO}_3$ )

Задание 2. Сколько теплоты выделяется при конденсации 1 т серной кислоты, если  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{г}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ж}) + 50,28 \text{ кДж/моль}$ . ( $512204 \text{ кДж}$ )

**Вариант 3**

Задание 1. В смеситель поступает 1000 кг олеума, содержащего 20%  $\text{SO}_3$ (свод.) и 500 кг 90%-ной по массе  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Какова концентрация полученной смеси (в %) по массе? (99,67%)

Задание 2. Определите количество теплоты, которое выделяется при поглощении парами воды 1 кг оксида серы (VI). Теплота образования  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
 $Q = 175,2 \text{ кДж/моль}$ . ( $1562,35 \text{ кДж/кг}$ ).

**Тема: «Технология экстракционной фосфорной кислоты».**

**Вариант 1**

Задание 1. Определить выход пульпы, количество жидкой фазы в пульпе и количество раствора разбавления при сернокислотной экстракции фосфорной кислоты из 100 кг апатитового концентрата, если массовое отношение Ж/Т пульпы равно 2,5/1, гипсовое число равно 1,6, а количество веществ, выделяющихся в газовую фазу, равно 5 кг и расход серной кислоты (в натуре) составляет 117,9 кг.

**Вариант 2**

Задание 1. Определить кратность циркуляции пульпы и количество серной кислоты, поступающей в последний и предпоследний экстракторы батарейной системы при сернокислотной экстракции фосфорной кислоты из апатитового концентрата, содержащего 51,5%  $\text{CaO}$ . Концентрация  $\text{SO}_3$  в жидкой фазе последнего экстрактора 2,5% и первого экстрактора 0,5%; отношение в пульпе Ж/Т = 2,5/1, выход продукционной пульпы составляет 560 кг на 100 кг апатитового концентрата.

**Вариант 3**

Задание 1. Определить количество раствора разбавления и циркулирующей пульпы на 1000 кг разлагаемого апатитового концентрата, содержащего 3% фтора, если расход 93%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равен 978,5 кг; гипсовое число 1,6; отношение в пульпе Ж/Т = 3/1; степень выделения фтора в газовую фазу 20% от количества его в сырье; кратность циркуляции пульпы равна 6: 1, а количество испарившейся воды в экстракторе составляет 262 кг на 1000 кг апатита.

## **Технология неорганических веществ -2**

**Тема:** «Технология аммиачной селитры».

### **Вариант 1**

Задание 1. Определите выход аммиачной селитры, если на получение 18 700 кг нитрата аммония израсходовано 19724 л 57 %-ной азотной кислоты ( $\rho = 1351 \text{ кг/м}^3$ ).

Задание 2. Рассчитать расходные коэффициенты по сырью процесса получения сульфата аммония, если степень превращения аммиака 90%, а 70%-ная серная кислота берется с 15% избытком.

### **Вариант 2**

Задание 1. Определите расходные коэффициенты сырья на производство 1 кг 100%-ной гранулированной аммиачной селитры, если потери азотной кислоты в процессе производства составляют 5%, а аммиака 3,8%. Азотная кислота 58%-ной концентрации.

Задание 2. К раствору, содержащему 20 г гидроксида натрия, прибавили 70 г 30 %-го раствора азотной кислоты. Какой цвет будет иметь лакмус в полученном растворе?

### **Вариант 3**

Задание 1. Сколько воды необходимо выпарить при получении 150 т 95%-ной аммиачной селитры, если используется азотная кислота 49%-ной концентрации, аммиак 100%-ный.

Задание 2. В качестве азотных удобрений можно применять нитрат аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и карбамид  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ . 1 кг карбамида стоит а рублей, а 1 кг нитрата аммония – b рублей, причем  $a > b$ . Считая, что растения усваивают азот полно-стью, определите, при каком соотношении  $a : b$  применение нитрата аммония станет более выгодным.

**Тема:** «Фосфорные удобрения».

### **Вариант 1**

Задание 1. При обработке 100 кг апатитового концентрата, содержащего 39,6 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ , серной кислотой получен камерный суперфосфат, содержащий 20,5%  $\text{P}_2\text{O}_5$ . После его вызревания на складе содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  составило

20,63%. Определите, сколько суперфосфата получено. Сколько воды выделилось при его вызревании?

### **Вариант 2**

Задание 1. Составьте материальный - баланс производства простого суперфосфата из 1000 кг апатитового концентрата по следующим данным: содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в апатитовом концентрате 41,2%, концентрация серной кислоты 78%-ная. Норма моногидрата 79 масс, долей на 100 масс, долей апатита. Разложение ведут 68%-ной кислотой. Камерный суперфосфат содержит 20,4%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , суперфосфат (вызревший на складе) — 20,65%  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

### **Вариант 3**

Задание 1. Определите коэффициент разложения сырья и выход камерного суперфосфата по следующим данным: в сырье содержится 39,4%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; в суперфосфате — 20,15  $\text{P}_2\text{O}_5$  общ и 17,6  $\text{P}_2\text{O}_5$  уств.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если задача решена и допущены незначительные ошибки;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задача не решена или решена неправильно.



## Типовые примеры заданий

### Технология неорганических веществ 1

**Тема:** «Технология связанного азота».

Примеры:

1. Сырьем для получения продуктов в азотной промышленности является:

- А - природный газ, нефть, угли;
- Б - азот и водород;
- В - атмосферный воздух и природный газ;
- Г - атмосферный воздух и различные виды топлива.

2. Источниками сырья для получения синтез-газа ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) являются:

- А - твердое топливо, жидкие углеводороды, природный газ;
- Б - кокс, нефть, угли;
- В - мазут, нефтя, угли;
- Г - дымовые газы, сажа;

3. Паровая конверсия природного газа протекает при температуре:

- А -  $550^\circ\text{C}$ ;
- Б -  $1100^\circ\text{C}$ ;
- В -  $800^\circ\text{C}$ .
- Г -  $800^\circ\text{C}$  при атмосферном давлении,  $1100^\circ\text{C}$  при давлении 3МПа

4. Чтобы получить синтез-газ для синтеза аммиака (75%  $\text{H}_2$  и 25%  $\text{N}_2$ ) проводят:

- А - парокислородную конверсию природного газа;
- Б - парокислородвоздушную конверсию природного газа;
- В - паровую конверсию природного газа;
- Г - углекислотную конверсию природного газа.

5. Катализаторами конверсии метана служат:

- А - оксиды железа и хрома;
- Б - никелевые катализаторы на носителе;
- В - сульфиды никеля и молибдена;
- Г - железные катализаторы на носителе.

**Тема:** «Производство серной кислоты»

1. Сырьем для производства серной кислоты служит:

- А - природный газ, нефть, серосодержащие угли;
- Б - топочные газы, природный газ, самородная сера; В - железный колчедан, элементарная сера;
- Г - железный колчедан, элементарная сера, сероводород.

2. Химическая схема производства серной кислоты из колчедана включает стадии:

- А - обжиг колчедана, каталитическое окисление  $\text{SO}_2$ , абсорбция  $\text{SO}_3$  водой;
- Б - подготовка сырья; обжиг колчедана, очистка печного газа, каталитическое окисление  $\text{SO}_2$ , абсорбция  $\text{SO}_3$ ;
- В - подготовка сырья; обжиг колчедана, охлаждение печного газа, очистка печного газа, каталитическое окисление  $\text{SO}_2$ , абсорбция  $\text{SO}_3$  водой;
- Г - подготовка сырья; окисление сероводорода, очистка печного газа, каталитическое окисление  $\text{SO}_2$ , абсорбция  $\text{SO}_3$  водой;

3. Скорость процесса обжига колчедана зависит:

А - от температуры, дисперсности колчедана, концентрации дисульфида в колчедане и концентрации кислорода в воздухе;

Б - от температуры, дисперсности колчедана, конструкции печи;

В - от температуры, концентрации дисульфида в колчедане и концентрации кислорода в воздухе.

Г - от дисперсности колчедана, конструкции печи, от температуры, дисперсности колчедана;

4. Скорость окислительного обжига определяется уравнением:

А -  $U = k \cdot V \cdot \Delta C$ ;

Б -  $U = k \cdot F \cdot \Delta C$ ;

В -  $U = k \cdot (V_1 - V_2) \cdot \Delta C$ ;

Г -  $U = k \cdot (F_1 - F_2) \cdot \Delta C$

5. Обжиговый газ должен быть очищен от:

А - углекислого газа и пыли;

Б - пыли, сернокислотного тумана, соединений мышьяка и селена;

В - углекислого газа, сероводорода, пыли, сернокислотного тумана, соединений мышьяка и селена;

Г - пыли и сернокислотного тумана.

## **Технология неорганических веществ 2**

**Тема: «Производство азотные удобрения».**

Примеры:

1. Азотные удобрения подразделяются на:

А - аммиачные, аммонийные и амидные;

Б - селитры, аммофосы и карбамид;

В - аммиачные, аммонийные, нитратные и амидные.

2. Сырьем для производства аммиачных, аммонийных и амидных удобрений является:

А - азотная кислота и её соли;

Б - азотная, азотистая кислоты и их соли;

В - азотные кислоты и аммиак;

Г - аммиак.

3. К числу азотных удобрений относятся:

А -  $KNO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2$ ,  $Cu(NO_3)_2$ ,  $(NH_2)_2CO$ ;

Б -  $KNO_3$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $K_2SO_4$ .

В -  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $NH_4OH$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $(NH_2)_2CO$ ,  $(NH_4)_3PO_4$ ,  $NH_4H_2PO_4$ ;

4. Биологическая роль азота заключается в том, что:

А - азот входит в состав белков и хлорофилла;

Б - азот необходим для органов дыхания;

В - азот входит в состав крови;

Г - азот входит в состав костной и мышечной тканей.

5. К амидным удобрениям относят:

А - соединения, содержащие группу  $NH_2^+$ ;

Б - соединения, содержащие группу  $NH_4^+$ ;

В - смешанные удобрения, содержащие карбамид;

Г - соединения, содержащие группу  $NH$

**Тема:** «Производство фосфорных удобрений».

Примеры

1. Наибольшее содержание  $P_2O_5$  находится в  
А – фосмуке;  
Б – простом суперфосфате;  
В – двойном суперфосфате;  
Г – преципитате.
2. Для разложения фосфоритов не используется в чистом виде кислота  
А – серная;  
Б – фосфорная;  
В – соляная;  
Г – азотная.
3. Двойной суперфосфат является удобрением  
А – многокомпонентным;  
Б – простым;  
В – уравновешенным;  
Г – двойным.
4. Наиболее длительным сроком действия обладает удобрение  
А – двойной суперфосфат;  
Б – фосмука;  
В – преципитат;  
Г – простой суперфосфат
5. Термическое обогащение фосфоритов направлено на  
А- выгорания органических веществ;  
Б- удаление карбонатов;  
В – удаление карбонатов и выгорание органических веществ;  
Г – удаление фтора.

**Тема:** Производство сложных удобрения

Примеры

6. Минеральные удобрения - это  
А – органические удобрения;  
Б – бактериальные удобрения;  
В – искусственные удобрения;  
Г – твердые удобрения.
7. К микроудобрениям не относятся соединения  
А – меди;  
Б – свинца;  
В – марганца;  
Г – бора.
8. В аммонийных удобрениях азот присутствует в виде  
А –  $NH_3$ ;  
Б –  $NH_2^-$ ;  
В –  $NH_4^+$ ;  
Г –  $NO_3^-$ .

9. Комплексным удобрением является  
А – сульфат калия;  
Б – калийная селитра;  
В – аммиачная селитра;  
Г – хлористый калий.
10. Основным калийным удобрением является  
А – сильвинит;  
Б – сульфат калия;  
В – карналлит;  
Г – хлористый калий.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов более 60%;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов менее 60%.

### 7.2.2. Контрольные задачи по лабораторным работам (наименование оценочного средства)

### Типовые примеры заданий

**Тема:** «Определение воды в сыпучем материале».

#### Вариант 1

Задание 1. Дан состав магнезита на влажное вещество, мас. %:  $\text{SiO}_2$  – 0,07;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,02;  $\text{MgO}$  – 40,20;  $\text{CaO}$  – 0,37; ППП – 53,10;  $\text{H}_2\text{O}$  – 6,24. Требуется пересчитать состав магнезита на сухое вещество.

#### Вариант 2

Задание 1. Дан состав каолина на сухое вещество, мас. %:  $\text{SiO}_2$  – 43,95;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 39,18;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,45;  $\text{CaO}$  – 1,50;  $\text{MgO}$  – 0,62; ППП – 14,30. Влажность 1%. Требуется пересчитать состав каолина на влажное вещество.

#### Вариант 3

Задание 1. Определить массу сырьевой смеси влажностью 19%, полученной фильтрованием 5000 кг сырьевого шлама влажностью 38%.

#### Вариант 4

Задание 1. Известен состав фарфоровой массы на влажное вещество, мас. %:  $\text{SiO}_2$  – 53,4;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 20,25;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,65;  $\text{MgO}$  – 0,21;  $\text{CaO}$  – 0,79;  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  – 3,75; ППП – 6,5;  $\text{H}_2\text{O}$  – 14,45. Требуется пересчитать состав фарфоровой массы на сухое вещество.

### **Вариант 5**

Задание 1. Дан состав сырьевой смеси для получения портландцементного клинкера на сухое вещество, мас. %:  $\text{SiO}_2$ – 14,50;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ – 3,72;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ – 2,59;  $\text{CaO}$  – 43,61;  $\text{MgO}$  – 0,72;  $\text{SO}_3$ – 0,21; ППП– 34,65. Требуется пересчитать состав сырьевой смеси на влажное вещество ( $w = 20\%$ ).

**Тема:** «Определение концентрации кислоты по ее плотности и приготовление растворов кислоты заданной плотности».

### **Вариант 1**

Задание 1. Сколько нужно взять купоросного масла концентрацией 96%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и серной кислоты концентрацией 64%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , чтобы получить 2800 кг кислоты, содержащей 92%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

### **Вариант 2**

Задание 1. Требуется получить калийную удобрительную соль с содержанием 30%  $\text{K}_2\text{O}$  путем смешения хлористого калия с содержанием 92%  $\text{KCl}$  с сильвинитом, в котором содержится 22%  $\text{KCl}$ .

### **Вариант 3**

Задание 1. Сколько граммов 40%-ного раствора азотной кислоты нужно прибавить к 120 г 5%-ного раствора азотной кислоты, чтобы образовался 20% раствор?

### **Вариант 4**

Задание 1. Какова будет массовая доля азотной кислоты в растворе, если к 40 мл 96%-ного раствора  $\text{HNO}_3$  (плотность 1,5 г/мл) прилить 30 мл 48%-ного раствора  $\text{HNO}_3$  (плотность 1,3 г/мл)?

### **Вариант 5**

Задание 1. Определите массу раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10%-й концентрации и массу сухого кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , которые нужно взять для приготовления 540 г раствора 15%-й концентрации.

### **Критерии оценки:**

- - оценка «зачтено» выставляется студенту, если задача решена и допущены незначительные ошибки;
- - оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задача не решена или решена неправильно.

### **Темы письменных работ**

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Характеристика и классификация химического сырья. Основные сырьевые источники в технологии неорганических веществ
2	Физико-химические основы процесса разделения воздуха. Характеристика получаемых продуктов: кислорода, азота. Их применение
3	Принципиальная технологическая схема блока разделения воздуха БР-6.
4	Физико-химические основы конверсии метана. Применяемые катализаторы. Яды
5	Двухступенчатая конверсия метана: первичный и вторичный реформинг.
6	Принципиальная технологическая схема и оптимальные условия конверсии метана
7	Физико-химические основы паро-кислородной конверсии природного газа
8	Сероочистка природного газа. Физико-химические основы процесса. Катализаторы.
9	Принципиальная технологическая схема очистки природного газа от соединений серы.
10	Физико-химические основы конверсии оксида углерода
11	Конверсия оксида углерода. Различные способы конверсии. Катализаторы. Яды.
12	Двухступенчатая конверсия оксида углерода: высокотемпературная и низкотемпературная конверсия.
13	Принципиальная технологическая схема и оптимальные условия конверсии оксида углерода.
14	Очистка конвертированного газа от оксида и диоксида углерода. Способы очистки.
15	Физико-химические основы процесса абсорбции и метанирования конвертированного газа
16	Сырье в производстве аммиака. Конверсионные способы получения азотоводородной смеси
17	Синтез аммиака. Физико-химические основы процесса.
18	Катализаторы процесса синтеза аммиака. Яды
19	Принципиальная технологическая схема синтеза аммиака. Оптимальные условия процесса.
20	Аммиачно-холодильная установка в производстве аммиака
21	Энерготехнологическая схема производства аммиака с рекуперацией энергии стадий получения синтез-газа
22	Физико-химические основы окисления аммиака
23	Основные катализаторы окисления аммиака
24	Производство азотной кислоты. Характеристика азотной кислоты.
25	Подготовка сырья к процессу конверсии аммиака в производстве азотной кислоты
26	Сырье для производства азотной кислоты, требования к его качеству. Применение азотной кислоты
27	Основные стадии производства азотной кислоты. Физико-химические основы процесса. Катализаторы конверсии. Яды.
28	Сырье для производства серной кислоты. Основные стадии производства серной кислоты
29	Способы производства серной кислоты
30	Физико-химические основы процесса абсорбции в технологии серной кислоты
31	Технология производства серной кислоты. Оптимальные условия процесса
32	Фосфатное сырье. Виды. Его подготовка.
33	Принципиальная технологическая схема обогащения фосфоритной руды.

34	Схема переработки фосфатного сырья в целевые продукты.
35	Свойства фосфора и его соединений. Применение фосфора и фосфатов.
36	Получение фосфора электротермическим способом.
37	Получение термической фосфорной кислоты.
38	Сернокислотное разложение природных фосфатов.
39	Производство экстракционной фосфорной кислоты.
40	Физико-химические основы процесса концентрирования экстракционной фосфорной кислоты.
41	Способы получения кальцинированной соды
42	Аммиачный способ производства кальцинированной соды.
43	Методы получения водорода и какой из них наиболее распространен в промышленности?
44	Основные сырьевые источники азота и потребители азота. Методы связывания азота.
45	Физико-химические основы процесса концентрирования экстракционной фосфорной кислоты.
46	Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам
47	Дезактивация катализаторов
48	Способы получения катализаторов
49	Принципиальная схема получения каустической соды
50	Принципиальная схема получения извести

Семестр \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
1	Минеральные удобрения. Их классификация. Агрохимическая эффективность
2	Сравнительная характеристика азотных удобрений
3	Характеристика и области применения аммиачной селитры
4	Физико-химические основы процесса производства аммиачной селитры
5	Физико-химические основы процесса выпаривания аммиачной селитры
6	Принципиальная технологическая схема процесса синтеза аммиачной селитры
7	Производство карбамида. Характеристика карбамида. Области применения, требования к качеству сырья.
8	Физико-химические основы процесса синтеза карбамида
9	Физико-химические основы процесса дистилляции карбамида
10	Физико-химические основы процесса выпаривания карбамида
11	Принципиальная технологическая схема производства карбамида
12	Виды фосфорных удобрений. Фосмука
13	Принципиальная технологическая схема обогащения фосфоритной руды.
14	Физико-химические основы процесса получения суперфосфата.
15	Принципиальная технологическая схема получения суперфосфата
16	Физико-химические основы получения двойного суперфосфата
17	Сернокислотное разложение природных фосфатов
18	Принципиальная технологическая схема получения преципитата
19	Принципиальная технологическая схема получения аммофоса
20	Азотно-кислотная переработка фосфатов.
21	Производство комплексных минеральных удобрений.
22	Характеристика нитроаммофоски. Свойства сырья и сопутствующих продуктов.
23	Калийные удобрения. Классификация.
24	Принципиальная технологическая схема получения хлористого калия галургическим методом.
25	Процесс гранулирования в производстве минеральных удобрений

26	Характеристика и классификация химического сырья. Основные сырьевые источники в технологии неорганических веществ
27	Принципиальная технологическая схема блока разделения воздуха
28	Физико-химические основы конверсии метана.
29	Принципиальная технологическая схема двухступенчатой конверсии метана
30	Принципиальная технологическая схема сероочистки природного газа
31	Физико-химические основы конверсии оксида углерода
32	Различные способы конверсии оксида углерода.
33	Принципиальная технологическая схема двухступенчатой конверсия оксида углерода.
34	Способы очистки конвертированного газа от оксида и диоксида углерода.
35	Конверсионные способы получения азотоводородной смеси
35	Физико-химические основы процесса синтеза аммиака
37	Принципиальная технологическая схема синтеза аммиака
38	Физико-химические основы окисления аммиака
39	Физико-химические основы процесса получения азотной кислоты.
40	Основные стадии производства азотной кислоты
41	Характеристика серной кислоты и сырье для ее производства
42	Физико-химические основы процесса абсорбции в технологии серной кислоты
43	Технология производства серной кислоты контактным способом
44	Аммиачный способ производства кальцинированной соды
45	Фосфатное сырье. Виды. Его подготовка.
46	Получение фосфора электротермическим способом.
47	Получение термической фосфорной кислоты
48	Производство экстракционной фосфорной кислоты сернокислотным разложением природных фосфатов
49	Свойства фосфора и его соединений. Применение фосфора и фосфатов.
50	Энерготехнологическая схема производства аммиака с рекуперацией энергии стадий получения синтез-газа



### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Зачет (устно)	«зачтено»	Зачет считается сданным при удовлетворительном ответе на устные вопросы или на более 55% тестов.
		«не зачтено»	Не отвечает на устные вопросы преподавателя или отвечает менее чем на 55% тестов.
8	Экзамен (устно)	«отлично»	Ставится в случае демонстрации студентом более 85% знаний по предмету (85 баллов при тестировании), верные ответы на 1-2 дополнительных ответов по билету
		«хорошо»	Ставится в случае демонстрации студентом 70 - 84% знаний по предмету (70-84 баллов при тестировании), верные ответы на 1-2 дополнительных ответов по билету
		«удовлетворительно»	Ставится в случае демонстрации студентом не менее 55% знаний по предмету (55 баллов при тестировании), без ответов на дополнительные ответы по билету
		«неудовлетворительно»	Ставится в случае демонстрации студентом менее 55% знаний (55 баллов при тестировании) по предмету, без ответов на дополнительные вопросы по билету

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Ахметов Т.Г.	Химическая технология неорганических веществ. Книга 1	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
2	Ахметов Т.Г.	Химическая технология неорганических веществ. Книга 2	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
3	Гуров А. А., Бадаев Ф. З., Овчаренко Л. П., Шаповал В. Н.	Химия	Учебник	2017	ЭБС «Znanium.com»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
3	Прокофьев В. Ю.	Основы проектирования производств неорганических веществ	Учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»
4	Ильин А. П.	Современные проблемы химической технологии неорганических веществ [	Учебное пособие	2011	ЭБС «Лань»
5	Ильин А. П.	Производство азотной кислоты [	Учебное пособие	2013	ЭБС «Лань»
6	-	Технология неорганических веществ и минеральных удобрений. Курс лекций.	Курс лекций	2007	Интернет ресурс. Режим доступа: <a href="http://window.edu.ru/resource/064/48064">window.edu.ru &gt; resource/064/48064</a>

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

#### Теоретические основы химической технологии

Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. **Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ.** Для зарегистрированных пользователей Научной электронной библиотеки (eLibrary) доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>

- WebofScience [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016 – Режим доступа: [apps.webofknowledge.com](https://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

- Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004 – Режим доступа: [scopus.com](https://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

- Elibrary [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000. – Режим доступа: [elibrary.ru](http://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

- SpringerLink [Электронный ресурс]: [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа: [link.springer.com](https://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.

- ScienceDirect [Электронный ресурс]: коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа: [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.

- ЭБС "Лань" (права принадлежат ООО «ЭБС ЛАНЬ»), договор № 318 от 22.04.2020 г. с 07.05.2020 г. по 06.05.2021 г., договор № 452 от 02.06.2020 г. с 28.07.20 г. по 27.07.2021 г. (по адресу <http://www.e.lanbook.com>) включает в себя полнотекстовые электронные версии всех книг, вышедших в издательстве, а также коллекции полнотекстовых файлов других издательств. В базе представлены не только учебные издания, но и научная литература, а также словари.

- ЭБС "IPRbooks" (права принадлежат ООО Компания "Ай Пи Ар Медиа"), [договор № 468 от 04.06.2020 г.](http://www.iprbookshop.ru) с 01.08.2020 г. по 01.08.2021 г. (по адресу <http://www.iprbookshop.ru>)- содержит учебники и учебные пособия, монографии, производственно-практические, справочные издания, а также деловую литературу для практикующих специалистов. В ЭБС включены издания за последние 5 лет по гуманитарным, социальным и экономическим наукам, по остальным отраслям знания - за последние 10 лет.

- ЭБС "ZNANIUM.COM" (права принадлежат ООО "ЗНАНИУМ"), договор № 464 от 04.06.2020 г. с 12.08.2020 г. по 11.08.2021 г. (по адресу <http://www.new.znanium.com>). В базе представлены не только учебные издания, но и научная литература, а также словари, справочники.

- ЭБС "Консультант студента" (права принадлежат ООО «Политехресурс»), договор № 603 от 20.07.2020 г. с 01.09.2020 г. по 31.08.2021 г. (по адресу <http://www.studentlibrary.ru>). Подписка на комплект «Архитектура и строительство». договор № 604 от 20.07.2020 г. с 01.10.2020 г. по 30.09.2021 г. Подписка на комплект «Энергетика».

- Научная электронная библиотека (права принадлежат ООО «РУНЭБ», договор № 1274 от 02.12.2019 г.). На платформе Научной электронной библиотеки (по адресу <http://www.elibrary.ru>) все студенты и сотрудники университета имеют доступ к 98 полнотекстовым научным журналам.

#### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standard	Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

#### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория "Процессов и АХП". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А -118	Лабораторные установки по изучению процесса ректификации, процесса теплопередачи (труба в трубе), лабораторная установка для измерения давления, стационарное медиа оборудование, интерактивная доска. Столы ученические , стулья ученические.
2	Лаборатория "Высокомолекулярные соединения". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А- 220	Столы лабораторные островные; Столы лабораторные пристенные; Столы лабораторные; шкаф вытяжной; шкаф вытяжной 1500ШВ; весы аналитические ВЛР200; сушильный шкаф Snol 58/350; стол виброустойчивый; стол письменный; шкафы для химреактивов; тумба для посуды и химреактивов; регулятор напряжения БП2100; термостат UTU4; автоклав; полимеризатор; штатив лабораторный; доска аудиторная трехсекционная; табуреты лабораторные; химическая посуда.
3	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А-215	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский , доска аудиторная (меловая).
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401).	Столы, стулья, компьютеры

