

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор Н.К. Кондрашева

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности доцент  
Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СОДЫ, ПОТАША И ЩЕЛОЧЕЙ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль):</b>	Химическая технология неорганических веществ
<b>Квалификация выпускника</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент М.Ю. Назаренко

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Технология производства соды, поташа и щелочей»**

разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 922 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология неорганических веществ»

Составитель: \_\_\_\_\_ доцент каф. ХТПЭ Назаренко М.Ю.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2022г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой ХТПЭ \_\_\_\_\_ Н.К. Кондрашева

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Технология производства соды, поташа и щелочей» является освоение студентами современной методологии производства соды и щелочей, а также применение полученных знаний при исследовании свойств неорганических соединений, технологических процессов и производственных систем, принятии оптимальных решений при формировании на базе научных и технологических знаний у студентов нового мышления и подготовка их к осуществлению дальнейшего прогресса в области технологии содопродуктов и щелочей.

Задачами дисциплины являются:

- подготовка студентов к творческому применению полученных знаний при создании новых и совершенствованию действующих технологических процессов;
- овладение теоретическими основами современных технологий производства содовых продуктов, поташа и щелочей а также использование полученных знаний в профессиональной деятельности;
- формирование навыков расчета основных технологических стадий производства содовых продуктов и щелочи.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технология производства соды, поташа и щелочей» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и изучается в 4-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Технология производства соды, поташа и щелочей» являются «Введение в химическую технологию неорганических веществ», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа».

Дисциплина «Технология производства соды, поташа и щелочей» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Технология минеральных удобрений», «Химия и технология связанного азота», «Методы утилизации отходов предприятий по переработке минерального сырья», «Химическая технология производства и применения сорбентов».

Особенностью дисциплины является ознакомление с основными типами промышленных видов содопродуктов, стадиями технологического процесса их производства, современными технологиями по производству щелочи.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Технология производства соды, поташа и щелочей» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и	ОПК-1	ОПК-1.1. <b>Знает:</b> теоретические основы общих закономерностей протекания химических реакций; основы химической термодинамики и кинетики; основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; закономерности строения органических соединений; строение вещества, природу химической связи в

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
о окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов		различных классах химических соединений; механизмы протекания химических реакций; природу межмолекулярного взаимодействия;
		ОПК-1.2. <b>Умеет:</b> анализировать химические элементы и их соединения; использовать методы расчета химико-технологических процессов; определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач; применить методы идентификации органического соединения, провести качественный и количественный анализ органического соединения; оценивать свойства простых веществ и их соединений, реакционную способность веществ на основе сведений об атомно-молекулярном строении, природе и свойствах химической связи;
		ОПК-1.3. <b>Владеет:</b> навыками применения в практической деятельности законов естественнонаучных дисциплин; навыками расчета основных показателей процессов, протекающих в химических агрегатах, навыками установления структуры органических соединений; методами вычисления тепловых эффектов и констант равновесия химических реакций при заданной температуре и определения констант скорости реакций по результатам эксперимента.
Способен использовать нормативные документы в практической деятельности	ПКС-2	ПКС-2.1. <b>Знает:</b> основные технологические схемы производства, свойства основных и вспомогательных веществ и материалов;
		ПКС-2.2. <b>Умеет:</b> проводить лабораторный анализ основных и вспомогательных материалов, подбирать методики проведения лабораторных исследований;
		ПКС-2.3. <b>Владеет:</b> навыками отбора проб и подготовки их к анализу, составлением протоколов испытаний.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
Проработка конспекта лекций	3	3
Подготовка к лабораторным занятиям	4	4
Подготовка к практическим занятиям	3	3
Подготовка к контрольной работе	2	2
Подготовка к дифф. зачету	6	6
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Технологии производства соды»	38	8	10	10	10
Раздел 2 «Производство поташа»	14	4	4	2	4
Раздел 3 «Химическая технология производства щелочи»	20	6	4	6	4
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Технологии производства соды	<p>История развития содовой промышленности. Производство кальцинированной соды по аммиачному способу Метод Леблана. Метод Сольвея. Метод Гонигмана. Природные месторождения. Производство кальцинированной соды. Физико–химические основы процессов, протекающих на каждой стадии производства. Перспективы развития содового производства. Общая технологическая схема производства соды. Добыча и предварительная очистка рассола NaCl. Переработка карбонатного сырья: обжиг, охлаждение и очистка диоксида углерода, гашение извести с получением известковой суспензии; Физико-химические основы процесса обжига CaCO<sub>3</sub>. материальный и тепловой баланс печи обжига известняка. Приготовление известкового молока, очистка газа CO<sub>2</sub>. Физико-химические основы процесса абсорбции аммиака рассолом NaCl. Карбонизация аммонизированного рассола. Фильтрация: отделение гидрокарбоната натрия на фильтрах и отсос воздуха вакуум – насосами. Кальцинация: обезвоживание и разложение гидрокарбоната натрия в содовых печах, охлаждение и очистка диоксида углерода после содовых печей. Физико-химические основы десорбции аммиака и углекислоты из жидкости колонн дистилляции. Технологическая схема дистилляции, аппаратура и режим её работы.</p>	8
2	Производство поташа	<p>Физико-химические основы производства соды и поташа из нефелинового сырья. Технологическая схема производства. Разработка безотходных способов кальцинированной соды, выпуск побочных продуктов на содовом предприятии. Производство очищенного бикарбоната.</p>	4
3	Химическая технология производства щелочи	<p>Развитие производства едких щелочей. Требования, предъявляемые качеству продукта. Методы производства едкого натра: химические и электрохимические. Физико-химические основы процессов, технологические схемы производств, аппаратура. Техничко-экономическое сравнение методов. Способы производства едкого натра, их достоинства, недостатки. Известковый метод получения едкого натра, физико–химические основы. Технологическая схема.</p>	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Конструкции аппаратов. Получение едкого натра электролизом раствором поваренной соли. Теоретические основы электрохимического способа получения NaOH. Методы электролитического получения едкого натра. Конструкции электролизов. Аппаратурное оформление способа, режим работы. Техничко-экономическое сравнение методов: диафрагменного и амальгамного. Получение твёрдой щёлочи.	
<b>Итого:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1	Очистка и аммонизация рассола	2
2		Карбонизация аммонизированного рассола и фильтрация бикарбоната натрия	2
3		Кальцинация бикарбоната натрия	2
4		Получение двуокси углерода и извести (обжиг известняка и мела)	4
5	Раздел 2	Основные стадии получения и способы применения карбоната калия	4
6	Раздел 3	Материальный и тепловой балансы ферритного способа получения каустической соды	2
7		Материальный и тепловой балансы известкового способа производства едкого натра	2
<b>Итого:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1	Изучение кинетики обжига крупнокускового известняка или мела	4
2		Изучение кинетики обжига мелкодисперсного известняка или мела	4
3		Кальцинация бикарбоната натрия	2
4	Раздел 2	Определение физико-химических свойств карбоната калия (поташа)	2
6	Раздел 3	Определение гидроксида натрия методом титрования	6
<b>Итого:</b>			<b>18</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифф.зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

**Темы контрольных работ:**

1. Материальный баланс производства  $\text{CO}_2$  процессом обжига известняка.
2. Стадия аммонизации при производстве соды.
3. Кальцинация бикорбаната натрия.
4. Материальный и тепловой балансы производства едкого натрия.
5. Очистка рассола при производстве соды.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

#### Раздел 1. Технологии производства соды

1. Производство соды по способу Леблана.
2. Альтернативные современные способы производства соды из содовых рассолов.
3. Принципиальная схема производства соды аммиачным способом.
4. Хлорид натрия как сырье для производства соды.
5. Карбонатное сырье для производства соды.
6. Способы добычи рассола.
7. Физико-химические основы обжига карбоната кальция.
8. Технологическая схема стадии обжига карбонатного сырья.
9. Гашение извести.
10. Конструкции печей для обжига карбонатного сырья.
11. Очистка рассола в производстве соды.
12. Стадия аммонизации рассола.
13. Кальцинация бикарбоната натрия.



14. Технологическая схема отделения кальцинации бикарбоната натрия.
15. Физико-химические основы регенерации аммиака.

## **Раздел 2. Производство поташа**

1. Свойства поташа.
2. Применение поташа.
3. Технологическая схема производства поташа.
4. Сырье для производства поташа.
5. Основные стадии технологии производства поташа.
6. Производство поташа из нефелинов.
7. Получение поташа из хлорида калия.
8. Электрохимический способ получения поташа из хлорида калия.
9. Характеристика нефелинов.
10. Основные реакции при производстве поташа.

## **Раздел 3. Химическая технология производства щелочи**

1. Физико-химические основы известкового метода производства каустической соды.
2. Свойства каустической соды.
3. Применение щелочи.
4. Технологическая схема получения щелочи.
5. Основные аппараты получения щелочи.
6. Сырье для получения щелочи.
7. Принципиальная схема каустификации соды.
8. Гашение извести.
9. Основные химические реакции производства каустической соды.
10. Обезвреживание и плавка едкого натра.
11. Упаривание раствора едкого натра.
12. Фильтрация упаренного щелока.
13. Осветление и слив расплавленного едкого натра.
14. Материальный баланс гашения извести.
15. Материальный баланс каустификатора.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачет)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф. зачету (по дисциплине):**

1. Основные методы производства каустической соды.
2. Известковый способ получения каустической соды.
3. Ферритный способ получения каустической соды.
4. Основные аппараты производства каустической соды известковым методом.
5. Производство очищенного бикарбоната натрия.
6. Виды содопродуктов.
7. Пищевая сода.
8. Применение соды и содопродуктов.
9. Физические свойства карбоната натрия.
10. Нахождение карбоната натрия в природе.
11. Синтетические способы получения соды.
12. Способ Леблана.
13. Способ Сольве.
14. Суть способа Леблана.
15. Химические реакции получения соды по способу Сольве.
16. Регенерация аммиака и диоксида углерода.
17. Обжиг известняка.
18. Свойства и состав известняка.
19. Свойства и состав мела.
20. Предварительное насыщение рассола аммиаком и углекислым газом.

21. Дистилляция маточного раствора.
22. Шахтная известково – обжигательная печь.
23. Производство известкового молока.
24. Получение природной соды.
25. Технологическая схема переработки пластовых отложений соды.
26. Технологическая схема переработки содо-поташных щелоков.
27. Свойства углекислого калия.
28. Приготовление содового раствора.
29. Области применения бикарбоната натрия.
30. Поваренная соль как сырье для производства соды.

## 6.2.2. Примерные тестовые задания

### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Общее название технических натриевых солей угольной кислоты -	1. сода 2. минеральные удобрения 3. окисленный натрий 4. аммиачная селитра
2.	Кальцинированная сода записывается следующей химической формулой:	1. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2. $\text{NaHCO}_3$ 3. $\text{NaOH}$ 4. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
3.	Химическая формула пищевой соды	1. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2. $\text{NaHCO}_3$ 3. $\text{NaOH}$ 4. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
4.	Плотность тяжелой соды составляет	1. 900 – 1000 кг/м <sup>3</sup> 2. 200 – 400 кг/м <sup>3</sup> 3. 600 – 700 кг/м <sup>3</sup> 4. 450 – 600 кг/м <sup>3</sup>
5.	Карбонат натрия в природе находится в виде следующих минералов:	1. трона 2. натрона 3. термотрона 4. все ответы верны
6.	Как называется минерал, имеющий следующую химическую формулу $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1. трона 2. натрона 3. термотрона 4. микротрона
7.	Как называется способ производства соды суть которого заключается в сплавлении хлорида натрия, известняка и угля?	1. способ Сольве 2. способ Леблана 3. аммиачный способ 4. метод Байера
8.	Как называется стадия прокаливания гидрокарбоната натрия?	1. кальцинация 2. аммонизация 3. карбонизация 4. обжиг

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	Как называется стадия насыщения рассола аммиаком?	1. кальцинация 2. аммонизация 3. карбонизация 4. обжиг
10.	Гашение извести проходит по следующим химическому уравнению:	1. $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ 2. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ 3. $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 4. $\text{Ca}^{+2} + \text{CO}_3^{-2} = \text{CaCO}_3\downarrow$
11.	Стадия каустификации при производстве каустической соды производится в следующем аппарате:	1. абсорбер 2. шахтной печи 3. дистилляционной колонне 4. каустицере
12.	Поташ записывается следующей химической формулой:	1. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2. $\text{NaHCO}_3$ 3. $\text{K}_2\text{CO}_3$ 4. $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
13.	Насыпной вес карбоната натрия составляет	1. 900 – 1000 кг/м <sup>3</sup> 2. 1000 – 1200 кг/м <sup>3</sup> 3. 650 – 700 кг/м <sup>3</sup> 4. 500 – 550 кг/м <sup>3</sup>
14.	Растворение 1моль $\text{Na}_2\text{CO}_3$ в 400 моль воды сопровождается выделением ... тепла.	1. 23,57 КДж 2. 1020,00 КДж 3. 730,20 КДж 4. 143,82 КДж
15.	При предварительной очистке рассола происходит очистка от	1. солей кальция и магния 2. тяжелых металлов 3. органических веществ 4. соляной кислоты
16.	Для производства соды по аммиачному способу приготавливают насыщенный раствор поваренной соли, который содержит	1. 102 – 210 г/дм <sup>3</sup> NaCl 2. 307 – 310 г/дм <sup>3</sup> NaCl 3. 507 – 510 г/дм <sup>3</sup> NaCl 4. 27 – 110 г/дм <sup>3</sup> NaCl
17.	В карбонизационной колонне протекает реакция	1. $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 2. $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 3. $\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 4. $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
18.	Концентрация смешанного газа при двух вводах газа в карбонизационную колонну составляет	1. (60 – 80) % $\text{CO}_2$ 2. (60 – 00) % $\text{CO}_2$ 3. (50 – 60) % $\text{CO}_2$ 4. примерно 50 % $\text{CO}_2$
19.	Как называется стадия разложения гидрокарбоната паром в растворе при производстве каустической соды известковым способом?	1. декарбонизацией 2. аммонизацией 3. очисткой рассола 4. обжигом

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	В содовых печах протекает реакция	1. $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 2. $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 3. $\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 4. $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Химическая формула бикарбоната натрия	1. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2. $\text{NaHCO}_3$ 3. $\text{NaOH}$ 4. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
2.	Химическая формула едкого натра	1. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2. $\text{NaHCO}_3$ 3. $\text{NaOH}$ 4. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
3.	Как называется минерал, имеющий следующую химическую формулу $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1. трона 2. натрона 3. термотрона 4. микротрона
4.	Как называется стадия производства соды, записанная следующим уравнением: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .	1. кальцинация 2. аммонизация 3. карбонизация 4. обжиг
5.	Как называется стадия насыщения аммиачно-солевого рассола диоксидом углерода с образованием гидрокарбоната натрия в виде кристаллической взвеси?	1. кальцинация 2. аммонизация 3. карбонизация 4. обжиг
6.	Как называется стадия производства соды, записанная следующим уравнением: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$	1. кальцинация 2. аммонизация 3. карбонизация 4. обжиг
7.	Углекислый калий называется	1. пищевая сода 2. поташ 3. каустическая сода 4. бикарбонат калия
8.	Как называется стадия производства соды, записанная следующим уравнением: $\text{Mg}^{+2} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Ca}^{+2}$ .	1. кальцинация 2. обжиг 3. карбонизация 4. стадия очистки
9.	Концентрация смешанного газа при одном вводе газа в карбонизационную колонну составляет	1. (60 – 80) % $\text{CO}_2$ 2. (60 – 00) % $\text{CO}_2$ 3. (50 – 60) % $\text{CO}_2$ 4. примерно 50 % $\text{CO}_2$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	В дистиллере-смесителе протекает реакция	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></li> <li><math>\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}</math></li> <li><math>\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></li> <li><math>2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}</math></li> </ol>
11.	В содовых печах $\text{CO}_2$ получается по уравнению	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></li> <li><math>\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}</math></li> <li><math>\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></li> <li><math>2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}</math></li> </ol>
12.	Как называется стадия при производстве каустической соды известковым способом протекающая по следующему уравнению: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	<ol style="list-style-type: none"> <li>декарбонизацией</li> <li>аммонизацией</li> <li>очисткой рассола</li> <li>обжигом</li> </ol>
13.	Общая щелочность «нормального» содового раствора при производстве каустической соды составляет не менее	<ol style="list-style-type: none"> <li>80</li> <li>20 - 40</li> <li>45</li> <li>60 - 70</li> </ol>
14.	Стадия каустификации при производстве каустической соды производится при избытке извести около	<ol style="list-style-type: none"> <li>10 %</li> <li>20 %</li> <li>30 %</li> <li>40 %</li> </ol>
15.	Как называется способ производства соды суть которого заключается в сплавлении хлорида натрия, известняка и угля?	<ol style="list-style-type: none"> <li>способ Сольве</li> <li>способ Леблана</li> <li>аммиачный способ</li> <li>метод Байера</li> </ol>
16.	Как называется стадия прокаливания гидрокарбоната натрия?	<ol style="list-style-type: none"> <li>кальцинация</li> <li>аммонизация</li> <li>карбонизация</li> <li>обжиг</li> </ol>
17.	В отделении карбонизации используется следующий агрегат	<ol style="list-style-type: none"> <li>печь кипящего слоя</li> <li>карбонизационная колонна</li> <li>дистилляционная колонна</li> <li>абслобер</li> </ol>
18.	Как называется аппарат, улавливающий содовую пыль из газа содовых печей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>циклон</li> <li>абсорбер</li> <li>электрофильтр</li> <li>дистиллятор</li> </ol>
19.	Какая отрасль потребляет больше всего содовых продуктов (до 56,0 % от общего потребления)?	<ol style="list-style-type: none"> <li>химическая промышленность</li> <li>стекольная промышленность</li> <li>цветная металлургия</li> <li>пищевая промышленность</li> </ol>
20.	Рассол, образованный в результате растворения пласта $\text{NaCl}$ грунтовыми водами называется	<ol style="list-style-type: none"> <li>естественным</li> <li>насыщенным</li> <li>искусственным</li> <li>грунтовым</li> </ol>

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Химическая формула каустической соды	1. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2. $\text{NaHCO}_3$ 3. $\text{NaOH}$ 4. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
2.	Как называется минерал, имеющий следующую химическую формулу $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	1. трона 2. натрона 3. термотрона 4. микротрона
3.	Как называется стадия разложения гидрокарбоната натрия на кальцинированную соду, углекислый газ и воду?	1. кальцинация 2. аммонизация 3. карбонизация 4. обжиг
4.	Как называется стадия производства соды, записанная следующим уравнением: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$	1. кальцинация 2. гашение извести 3. карбонизация 4. обжиг
5.	В содовых печах протекает реакция	1. $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 2. $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 3. $\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 4. $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3$
6.	Глубина залегания пластов поваренной соли составляет	1. от 10 до 100 м 2. от 100 до 200 м 3. от 200 до 1000 м 4. от 1000 до 1500 м
7.	Разложение известняка начинается при температуре (градусов Цельсия)	1. около 600 2. около 105 3. около 800 4. около 300
8.	При предварительной очистке рассола происходит очистка от	1. солей кальция и магния 2. тяжелых металлов 3. органических веществ 4. соляной кислоты
9.	Для производства соды по аммиачному способу приготавливают насыщенный раствор поваренной соли, который содержит	1. $102 - 210 \text{ г/дм}^3 \text{ NaCl}$ 2. $307 - 310 \text{ г/дм}^3 \text{ NaCl}$ 3. $507 - 510 \text{ г/дм}^3 \text{ NaCl}$ 4. $27 - 110 \text{ г/дм}^3 \text{ NaCl}$
10	Как называется стадия производства соды, записанная следующим уравнением: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .	1. кальцинация 2. аммонизация 3. карбонизация 4. обжиг
11.	Общее название технических натриевых солей угольной кислоты -	1. сода 2. минеральные удобрения 3. окисленный натрий 4. аммиачная селитра

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Как называется стадия насыщения аммиачно-солевого рассола диоксидом углерода с образованием гидрокарбоната натрия в виде кристаллической взвеси?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кальцинация</li> <li>2. аммонизация</li> <li>3. карбонизация</li> <li>4. обжиг</li> </ol>
13.	Продукты полного горения твердого топлива, используемого для производства соды состоят из	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub></li> <li>2. CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub></li> <li>3. H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub></li> <li>4. CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub></li> </ol>
14.	Коэффициент полезного действия трубчатой печи зависит от	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. коэффициента избытка воздуха</li> <li>2. коэффициента избытка воздуха и температуры отходящих газов</li> <li>3. температуры отходящих газов</li> <li>4. состава сырья</li> </ol>
15.	Сложная реакция - это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. реакция, в которой используются несколько исходных реагентов, идущая в одну стадию</li> <li>2. реакция, идущая в несколько последовательных (параллельных) стадий</li> <li>3. каталитическая реакция, в которой используется один реагент, идущая в одну стадию</li> <li>4. все перечисленные ответы верны</li> </ol>
16.	Когда используется показатель селективности?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. когда реакция обратима</li> <li>2. когда в ходе реакции используют катализатор</li> <li>3. когда в ходе реакции наряду с целевым получается побочный продукт</li> <li>4. все выше перечисленные ответы верны</li> </ol>
17.	Что называется целевым продуктом?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. продукт, которого больше всего по массе</li> <li>2. самый дорогой продукт, полученный в ходе реакции</li> <li>3. продукт, ради которого осуществляется данная химическая технология</li> <li>4. все выше перечисленные ответы верны</li> </ol>
18.	Насыпной вес карбоната натрия составляет	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 900 – 1000 кг/м<sup>3</sup></li> <li>2. 1000 – 1200 кг/м<sup>3</sup></li> <li>3. 650 – 700 кг/м<sup>3</sup></li> <li>4. 500 – 550 кг/м<sup>3</sup></li> </ol>
19.	Растворение 1 моль Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> в 400 моль воды сопровождается выделением ... тепла.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 23,57 КДж</li> <li>2. 1020,00 КДж</li> <li>3. 730,20 КДж</li> <li>4. 143,82 КДж</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	При предварительной очистке рассола происходит очистка от	1. солей кальция и магния 2. тяжелых металлов 3. органических веществ 4. соляной кислоты

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных, лабораторных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично



### 6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Хуснутдинов, В. А. Производство кальцинированной соды : учебное пособие / В. А. Хуснутдинов, Р. Т. Порфирьева. — Казань : КНИТУ, 2007. — 94 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13321>

2. Исакова, И. В. Катализ в химической технологии неорганических веществ : учебное пособие / И. В. Исакова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 56 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193906>

3. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС : учебник / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампыди, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1479-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168657>

4. Потехин, В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учебник / В. М. Потехин, В. В. Потехин. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 896 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168720>

5. 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, 2019. — 452 с. — ISBN 978-5-8114-3882-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119611>.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Буданов, В. В. Химическая кинетика : учебное пособие / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 288 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168624>

2. Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168467>

3. Блинов, Л. Н. Химия : учебник для спо / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова, Т. В. Соколова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 260 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167183>.

4. Черникова, Н. Ю. Задачи по основам общей химии для самостоятельной работы с ответами и решениями : учебное пособие / Н. Ю. Черникова, Е. В. Мещерякова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 304 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167424>

5. Пугачев, В.М. Химическая технология [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Пугачев. — Электрон.дан. — Кемерово :КемГУ, 2014. — 108 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61425>.

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Общая химия. Теория и задачи : учебное пособие / Н. В. Коровин, Н. В. Кулешов, О. Н. Гончарук [и др.] ; под редакцией Н. В. Коровина, Н. В. Кулешова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 492 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145839>

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>
2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>
3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>
- 4.Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>
5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>
- 6.Электронная библиотека IqLib: <http://www.iqlib.ru/>
7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технология производства катализаторов».

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

#### **Аудитории для проведения практических занятий.**

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

#### **Аудитории для проведения лабораторных занятий.**

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000 мм.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Химическая технология углей и горючих сланцев».

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с

мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)

4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL).

5. PHP 7.1.7 ( лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)

6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).

7. Python (свободное распространяемое ПО)