

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт биотехнологий и химического инжиниринга

Кафедра фундаментальной и прикладной химии



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБХИ
Т.В. Вобликова
«12» 06 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Учебной дисциплины
Технология связанного азота

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)
Технология неорганических веществ

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения
деятельности ИБХИ
Т.Н. Кондратьева
«05» 06 2023 г.

Разработали
директор ИБХИ
Т.В. Вобликова
«29» 05 2023 г.
ст. преподаватель кафедры ФПХ
Е.Н. Телешева
«29» 05 2023 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 9 от «31» 05 2023 г.
и.о. зав. кафедрой ФПХ
В.А. Исаков
«31» 05 2023 г.

1 Цель и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: формирование компетентности студентов в области теоретических основ технологии неорганических веществ и материалов, химии и технологии связанного азота, направленной на решение задач в соответствии с видами профессиональной деятельности.

Задачи

- а) систематизировать знания умения и навыки по физико-химическим основам технологии процессов производства технологических газов, аммиака, азотной кислоты;
- б) сформировать у студентов систему знаний сырьевых источников для получения данных продуктов, принципиальных технологических схем производств, аппаратурного оформления процесса;
- в) сформировать умения и навыки осуществлять контроль характеристик сырья, продуктов производства, физико-химических параметров и норм технологического режима процесса;
- г) сформировать практическую готовность решать технологические задачи;
- д) сформировать понимание значимости знаний, умений и навыков в области оптимизации существующих технологий, методов и методик получения и анализа продукции, контроль качества сырья и готовой продукции,
- е) сформировать представления о возможном применении полученных знаний в области профессиональной деятельности

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина Технология связанного азота относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки.

В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающегося, приобретенные им в рамках дисциплин Неорганическая химия, Аналитическая химия, Физическая химия, Органическая химия, Теоретические основы технологии неорганических веществ.

Освоение учебной дисциплины может являться компетентностным ресурсом для выполнения выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, в том числе наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами

ПК-4. Организация работ по анализу рекламаций, изучению причин возникновения дефектов и нарушений технологии производства, снижению качества работ, выпуска брака и продукции пониженных сортов, по разработке предложений по их устранению.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, в том числе наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами	ПК-1.1. Знать принципы организации химического производства, свойства сырья и выпускаемой продукции; понятия теории управления технологическими процессами; аппаратное оснащение процессов химической технологии и методов их моделирования; особенности технологического процесса, регламента и технических средств, которые необходимы для контроля и управления технологическим процессом	ПК-1.2. Уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса	ПК-1.3. Владеть методами определения и моделирования технологических режимов работы оборудования, методами измерения основных параметров технологического процесса; управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов
ПК-4. Организация работ по анализу рекламаций, изучению причин возникновения дефектов и нарушений технологии производства, снижению качества работ, выпуска брака и продукции пониженных сортов, по разработке предложений по их устранению	ПК-4.1. Знать национальную и международную нормативную базу в области управления качеством продукции (услуг), методы анализа продукции (услуг) при эксплуатации и управления качеством при эксплуатации продукции (услуг)	ПК-4.2. Уметь осуществлять анализ рекламаций и претензий, поступающих от потребителей, анализ причин возникновения дефектов продукции (процессов) при эксплуатации продукции (услуг).	ПК-4.3. Владеть методами разработки корректировочных мероприятий по устранению дефектов, выявляемых при эксплуатации продукции (услуг), а также причин их возникновения

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		6 семестр
1. Трудоемкость учебного модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	106	106
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	110	110
5. Промежуточная аттестация <i>(зачет; дифференцированный зачет; экзамен)</i>	экзамен	экзамен

4.1.2 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) для заочной формы обучения:

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		7 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	60	60
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	156	156
5. Промежуточная аттестация <i>(зачет; дифференцированный зачет; экзамен)</i>		экзамен

4.2 Содержание и структура учебной дисциплины**Раздел 1 Общие сведения о технологии связанного азота**

1.1 Сырьевая база азотной промышленности. Свойства, показатели качества, применение основных продуктов технологии связанного азота.

1.2 Производство азота и кислорода. Высокотемпературная фиксация азота.

1.3 Производство азота и кислорода методом глубокого охлаждения. Получение низких температур.

Раздел 2 Получение технологических газов

2.1 Конверсионные способы получения азото-водородной смеси. Конверсия метана различными окислителями. Физико-химические основы процессов. Технологические схемы и аппараты конверсии углеводородов.

2.2 Конверсия оксида углерода (II). Катализаторы конверсии оксида углерода (II). Аппаратурное оформление процессов.

2.3 Очистка природных и технологических газов: от сернистых соединений, монооксида и диоксида углерода. Катализаторы и сорбенты. Физико-химические основы процессов.

Раздел 3 Производство аммиака

3.1 Сырьевая и энергетическая база производства аммиака, требования к сырью, основные стадии технологического процесса. Свойства аммиака и области применения.

3.2 Физико-химические основы синтеза аммиака. Термодинамические и кинетические условия проведения реакции синтеза. Катализаторы реакции синтеза. Оптимальные условия процесса.

3.3 Принципы построения циклической схемы производства. Технологическая схема производства аммиака. Аппаратурное оформление процессов. Конструкция колонны синтеза аммиака.

3.4 Экологические вопросы производства аммиака. Выбросы в атмосферу при производстве аммиака. Очистка сточных вод. Отходы производства аммиака.

Раздел 4 Производство азотной кислоты

4.1 Сырьевая и энергетическая база производства азотной кислоты. Физико-химические основы процессов, применяемых в производстве азотной кислоты. Свойства азотной кислоты и области использования.

4.2 Очистка аммиака и воздуха. Контактное окисление аммиака. Катализаторы окисления. Механизм процессов, вызывающих потери платиноидных катализаторов и методы снижения потерь платиноидов.

4.3 Переработка оксидов азота в азотную кислоту. Кинетика процессов. Каталитическое восстановление оксидов азота в процессе очистки выхлопных газов.

4.4 Стадии технологического процесса производства неконцентрированной азотной кислоты в установке АК-72

4.5 Производство азотной кислоты в установках под единым давлением. Технологическая схема агрегата УКЛ. Аппаратурное оформление процесса и режим его работы.

4.6 Технология получения концентрированной азотной кислоты.

4.7 Обезвреживание отходящих газов. Физико-химические закономерности процесса абсорбции оксидов азота. Реагенты-восстановители, катализаторы восстановления.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 3 - Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
Раздел 1 Общие сведения о технологии связанного азота							
1.1	Сырьевая база азотной промышленности. Свойства, показатели качества, применение основных продуктов технологии связанного азота.	1	2			4	Тест1
1.2	Производство азота и кислорода Высокотемпературная фиксация азота	0,5	1			4	Тест1
1.3	Производство азота и кислорода методом глубокого охлаждения. Получение низких температур.	1	1		2	16	
Раздел 2 Получение технологических газов							
2.1	Конверсионные способы получения азото-водородной смеси. Конверсия метана различными окислителями. Физико-химические основы процессов. Технологические схемы и аппараты конверсии углеводородов..	1	4	4		10	Защита ЛР, Тест1 Домашнее задание1 Контр. работа 1
2.2	Конверсия оксида углерода (II). Катализаторы конверсии оксида углерода (II). Аппаратурное оформление процессов.	1	6			10	Защита ЛР, Тест1 Домашнее задание1 Контр. работа 1
2.3	Очистка природных и технологических газов: от сернистых соединений, монооксида и диоксида углерода. Катализаторы и сорбенты. Физико-химические основы процессов.	1	4	4	2	10	Защита ЛР, Тест1 Домашнее задание1 Контр. работа 1
Раздел 3 Производство аммиака							
3.1	Сырьевая и энергетическая база производства аммиака, требования к сырью, основные стадии технологического процесса. Свойства аммиака и области применения.	0,5	2	4		10	Защита ЛР, Тест2 Домашнее задание2 Контр. работа 2
3.2	Физико-химические основы синтеза аммиака. Термодинамические и кинетические условия проведения реакции синтеза. Катализаторы реакции синтеза. Оптимальные условия процесса.	1	1	4	2	10	Тест2 Домашнее задание2 Контр. работа 2

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
3.3	Принципы построения циклической схемы производства. Технологическая схема производства аммиака. Аппаратурное оформление процессов. Конструкция колонны синтеза аммиака.	1	1	4	2	10	Тест2 Домашнее задание2 Контр. работа 2
3.4	Экологические вопросы производства аммиака. Выбросы в атмосферу при производстве аммиака. Очистка сточных вод. Отходы производства аммиака.	0,5				4	Тест2 Домашнее задание2 Контр. работа 2
Раздел 4 Производство азотной кислоты							
4.1	Сырьевая и энергетическая база производства азотной кислоты. Физико-химические основы процессов, применяемых в производстве азотной кислоты. Свойства азотной кислоты и области использования.	1	1			4	Тест3 Домашнее задание3 Контр. работа 2
4.2	Очистка аммиака и воздуха. Контактное окисление аммиака. Катализаторы окисления. Механизм процессов, вызывающих потери платиноидных катализаторов и методы снижения потерь платиноидов.	0,5	1			4	Тест3 Домашнее задание3 Контр. работа 2
4.3	Переработка оксидов азота в азотную кислоту. Кинетика процессов. Каталитическое восстановление оксидов азота в процессе очистки выхлопных газов.	1	1	4		4	Защита ЛР Тест3 Домашнее задание3 Контр. работа 2
4.4	Стадии технологического процесса производства неконцентрированной азотной кислоты в установке АК-72	1	1		2	10	Защита ЛР Тест3 Домашнее задание3 Контр. работа 2
4.5	Производство азотной кислоты в установках под единым давлением. Технологическая схема агрегата УКЛ. Аппаратурное оформление процесса и режим его работы.	1	1	4	2	10	Защита ЛР Тест3 Домашнее задание3 Контр. работа 2
4.6	Технология получения концентрированной азотной кислоты	0,5	1			8	Тест2 Домашнее задание3 Контр. работа 2
4.7	Обезвреживание выхлопных газов. Физико-химические закономерности процесса абсорбции оксидов азота. Реагенты-восстановители, катализаторы восстановления.	0,5				8	Тест2 Домашнее задание3 Контр. работа 2
<i>Промежуточная аттестация</i>		<i>экзамен</i>					
ИТОГО		14	28	28	12	146	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

1. Определение технических показателей воды
2. Получение и изучение свойств соединений азота
3. Анализ сульфата аммония
4. Получение нитрата калия из хлорида натрия и нитрата калия
5. Анализ нитрата калия

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы / курсовые проекты не предусмотрены учебным планом

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 4 - Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 1 Общие сведения о технологии связанного азота		
1.	Сырьевая база азотной промышленности. Свойства, показатели качества, применение основных продуктов технологии связанного азота.. (лекция презентация).	1
2.	Производство азота и кислорода Высокотемпературная фиксация азота	0,5
3	Производство азота и кислорода методом глубокого охлаждения. Получение низких температур.	1
Раздел 2 Получение технологических газов		
3.	Конверсионные способы получения азото-водородной смеси. Конверсия метана различными окислителями. Физико-химические основы процессов. Технологические схемы и аппараты конверсии углеводородов. (лекция-презентация).	1
4.	Конверсия оксида углерода (II). Катализаторы конверсии оксида углерода (II). Аппаратурное оформление процессов. (лекция-презентация).	1
5.	Очистка природных и технологических газов: от сернистых соединений, монооксида и диоксида углерода. Катализаторы и сорбенты. Физико-химические основы процессов. (лекция-презентация).	1
Раздел 3 Производство аммиака		
6.	Сырьевая и энергетическая база производства аммиака, требования к сырью, основные стадии технологического процесса. Свойства аммиака и области применения (лекция-презентация).	0,5
7.	Физико-химические основы синтеза аммиака. Термодинамические и кинетические условия проведения реакции синтеза. Катализаторы реакции синтеза. Оптимальные условия процесса. (лекция-презентация)	1
8.	Принципы построения циклической схемы производства. Технологическая схема производства аммиака. Аппаратурное оформление процессов. Конструкция колонны синтеза аммиака. (лекция-презентация)	1
9.	Экологические вопросы производства аммиака. Выбросы в атмосферу при производстве аммиака. Очистка сточных вод. Отходы производства аммиака. (лекция-презентация)	0,5
Раздел 4 Производство азотной кислоты		
10.	Сырьевая и энергетическая база производства азотной кислоты. Физико-химические основы процессов, применяемых в производстве азотной кислоты. Свойства азотной кислоты и области использования. (лекция-презентация).	1
11.	Очистка аммиака и воздуха. Контактное окисление аммиака. Катализаторы окисления. Механизм процессов, вызывающих потери платиноидных катализаторов и методы снижения потерь платиноидов. (лекция-презентация).	0,5
12.	Переработка оксидов азота в азотную кислоту. Кинетика процессов. Каталитическое восстановление оксидов азота в процессе очистки выхлопных газов. (лекция-презентация).	1
13.	Стадии технологического процесса производства неконцентрированной азотной кислоты в установке АК-72 (лекция-презентация).	1
14	Производство азотной кислоты в установках под единым давлением. Технологическая схема агрегата УКЛ. Аппаратурное оформление процесса и режим его работы. (лекция-презентация).	1
15.	Технология получения концентрированной азотной кислоты (лекция-презентация)	0,5
16.	Обезвреживание выхлопных газов. Физико-химические закономерности процесса абсорбции оксидов азота. Реагенты-восстановители, катализаторы восстановления. (лекция-презентация).	0,5
	ИТОГО	14

Средствами проведения занятий являются голосовые сообщения преподавателя, презентации по темам, интерактивные средства, учебные фильмы. Для выполнения самостоятельной работы студентам необходимо пользоваться основной литературой и дополнительной литературой, электронными ресурсами в соответствии с картой учебно-методического обеспечения учебной дисциплины (Приложение Б). Результаты самостоятельной работы оформляются в виде конспекта лекций или реферата.

Контроль по изучению теоретической части учебной дисциплины осуществляется методом проведения контрольных опросов по теме лекции или контрольных работ по объединённым темам (Приложение А).

Таблица 6 - Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 1 Общие сведения о технологии связанного азота		
1.	Расчет количества и состава технических продуктов. Расчет контролируемых показателей качества сырья и готового продукта (работа в группе)	2
2	Определение расходных коэффициентов по сырью, теоретических степеней разложения сырья (работа в группе)	2
Раздел 2 Получение технологических газов		
3	Составление материальных балансов необратимых химико-технологических процессов производств (работа в группе)	2
4	Расчет материального баланса трубчатой печи для конверсии природного газа (работа в мини-группах)	2
5.	Расчеты теплоты химических и физических превращений. Составление тепловых балансов химико-технологических процессов. (работа в группе)	2
6.	Расчет теплового баланса трубчатой печи для конверсии природного газа (работа в мини-группах)	2
7	Расчет материального баланса конвертора метана второй ступени (работа в мини-группах)	2
8	Расчет материального баланса конвертора метана второй ступени (работа в мини-группах)	2
9.	Контрольная работа 1	2
Раздел 3 Производство аммиака		
10.	Расчет материального баланса синтеза аммиака (работа в мини-группах)	2
11.	Расчет теплового баланса синтеза аммиака (работа в мини-группах)	2
Раздел 4 Производство азотной кислоты		
12.	Расчет материального баланса стадии окисления аммиака (работа в мини-группах)	2
13.	Расчет теплового баланса стадии окисления аммиака (работа в мини-группах)	2
14.	Контрольная работа 2	2
	ИТОГО	28

Таблица 7 - Методические рекомендации по организации лабораторных работ

№	Темы лабораторных работ (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 2 Получение технологических газов		
1	Определение технических показателей воды	8
Раздел 3 Производство аммиака		
2	Получение и изучение соединений азота	8
3	Определение содержания азота в сульфате аммония	4
Раздел 4 Производство азотной кислоты		
4	Получение нитрата калия из хлорида натрия и нитрата калия	4
5	Анализ нитрата калия	4
	ИТОГО	28

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечения учебного модуля представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 8 - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска); Аудитория для выполнения лабораторных работ
2	Наличие стендов	ПСХЭ, таблица растворимости
3	Наличие лабораторного оборудования	Пробирки, колбы, палочки стеклянные, воронки делительные, воронки для фильтрования, нагревательные электроприборы, весы электронные, шкаф сушильный, центрифуга лабораторная, холодильник прямой, холодильник обратный, реактивы для выполнения лабораторных работ согласно МУ
4	Программное обеспечение	
	Наименование программного продукта	Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)
	Антиплагиат. Вуз. *	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ
	MS Office 365	Безвозмездно передаваемое ВУЗам
	Adobe Acrobat	свободно распространяемое
	Teams	свободно распространяемое
	Skype	свободно распространяемое
	Zoom	свободно распространяемое
	«Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Education Renewal. 250-499 Node I year License» /1 год *	Договор №158/ЕП(У)22-ВБ
	* отечественное производство	

Приложение А
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Технология связанного азота»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы к контрольной работе, коллоквиуму и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 - Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Тест	Раздел 1 Общие сведения о технологии связанного азота Раздел 2 Получение технологических газов Раздел 3 Получение аммиака Раздел 4 Получение азотной кислоты	100	ПК7
2	Домашнее задание (расчетное, выполняется по вариантам)	Раздел 2 Получение технологических газов Раздел 3 Получение аммиака Раздел 4 Получение азотной кислоты	30	ПК7 ПК10 ПК11
3	Контрольная работа 1	Раздел 2 Получение технологических газов Все темы	25	ПК7 ПК10 ПК11
4	Лабораторная работа	Раздел 2 Получение технологических газов Раздел 3 Получение аммиака Раздел 4 Получение азотной кислоты	70	
5	Контрольная работа 2	Раздел 3 Получение аммиака Раздел 4 Получение азотной кислоты Все темы	25	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
6.	Экзамен		50	
	ИТОГО		300	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.2 - Защита лабораторных работ

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество и качество проведенных исследований; способность к лабораторному анализу образцов в соответствии с предложенной методикой	4 варианта	4 вопроса
Использование правильной профессиональной терминологии		
Наличие правильно оформленного отчета по лабораторной работе		
Демонстрация знания о методах и методике проведения лабораторного анализа		
Способность к анализу полученных результатов		
Грамотные ответы на контрольные вопросы при защите лабораторной работы		

Примерные вопросы:

1. Представьте блок-схему производства азотной кислоты и опишите основные стадии ее получения.
2. Охарактеризуйте технические требования, предъявляемые к азотной кислоте, выпускаемой промышленностью.
3. Катализаторы производства азотной кислоты.
4. Как осуществляется концентрирование азотной кислоты?

Таблица А.3 – Контрольная работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Соответствие предполагаемым ответам	10 вариантов	3 задачи
Полнота решения задачи		
Правильное использование алгоритма решения задач		
Логика рассуждений		

Пример контрольной работы

Вариант 1

1. Определить расходные коэффициенты аммиака и воздуха в производстве 1т азотной кислоты. Степень окисления NH_3 и NO равна 0,98, а степень абсорбции - 0,96. Расход воздуха учитывать только для реакций окисления NH_3 и NO .
2. Определить степень обжига и расходный коэффициент известняка, содержащего 89% CaCO_3 , используемого в производстве негашеной извести следующего состава (в %): CaO - 94, CO_2 - 1,2, примеси - 4,8.
3. Рассчитать процентное содержание меди в руде. Навеска руды 0,5100 г переведена в раствор, в котором медь содержится в виде Cu^{2+} , при прибавлении к этому раствору йодида калия выделился йод, на титрование которого пошло 14,10 мл 0,1023 н тиосульфата натрия.

Таблица А.3 - Тест

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Количество правильных ответов	По числу студентов в группе
Полнота ответа на поставленный вопрос	
Демонстрация студентом понимания материала	

Пример теста

1. В производстве аммиака в горелках печи первичного риформинга сжигается:

- А. природный газ
 Б. дымовые газы
 В. танковые газы
 Г. топливный газ.

2. Расположите в правильной последовательности основные технологические стадии процесса производства аммиака:

- А. Конверсия СО
 Б. Компримирование и сероочистка природного газа
 В. Тонкая очистка газа от СО и СО₂ (метанирование)
 Г. Паровая конверсия СН₄ (первичный риформинг)
 Д. Синтез NH₃
 Е. Очистка конвертированного газа от СО₂
 Ж. Паровоздушная конверсия СН₄ (вторичный риформинг)

1	2	3	4	5	6	7

3. На рисунке представлена схема производства аммиака:

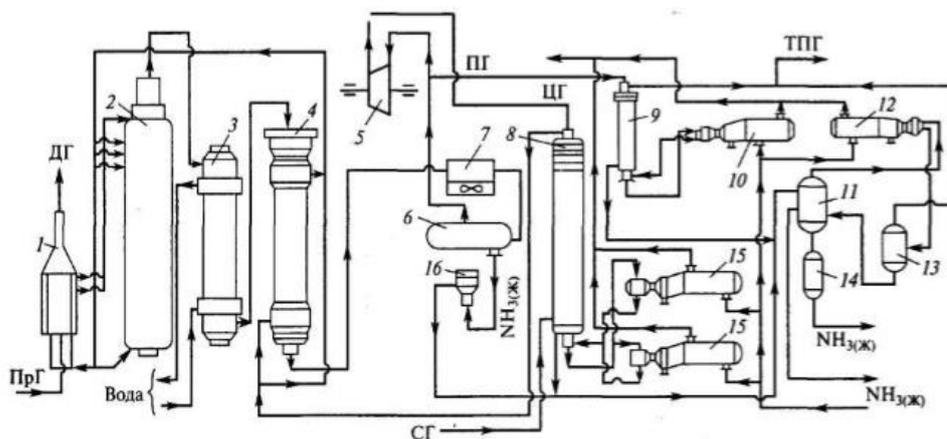


Схема производства аммиака мощностью 1360 т/сут:

Какими цифрами на рисунке обозначен сборник жидкого аммиака в производстве аммиака:

- А. 10 Б. 11 В. 13 Г. 14

4. Какой концентрации используют азотную кислоту для производства аммиачной селитры:

- А. 100 % Б. 20-35 % В. 88-96 % Г. 47-60 %

5. Температура гранул на выходе из аппарата:

- А. 65-70 °С Б. 80-150 °С В. 160-170 °С Г. 40-50 °С

6. Как называются водяные пары используемые в верхней части агрегата АС-72:

А. конденсат Б. водяные пары В. кислый раствор Г. соковый пар

7. В конечной стадии процесса производства аммиачной селитры поверхность гранул для предотвращения слеживаемости и обеспечения сыпучести обрабатываются:

А. ПАВ Б. Фенолом
В. Хлорсодержащими УВ Г. Минеральными кислотами

8. Сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – бесцветное кристаллическое вещество, содержит% азота:

А. 18,3 Б. 20 В. 21,21 Г. 19,57

9. Какой процент азота содержит жидкий аммиак:

А. 88% N Б. 65,2% N В. 83,2% N Г. 80% N

10. Наиболее эффективно применение натриевой селитры:

А. На кислых почвах Б. На нейтральных почвах
В. На щелочных почвах Г. На любых почвах

Таблица А.4 – Домашнее задание

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Соответствие предполагаемым ответам;	По числу студентов в группе
Правильное использование алгоритма решения задач;	
Логика рассуждений	

Пример домашнего задания

- Составить материальный баланс отделения окисления аммиака (на 1 т азотной кислоты). Степень окисления NH_3 до NO - 0,97, до N_2 - 0,03; NO до NO_2 - 1,0. Степень абсорбции 0,92. Содержание аммиака в сухой аммиачно-воздушной смеси 7,13% (масс.). Воздух насыщен парами воды при 30 °С. Относительная влажность 80%.
- Составить тепловой баланс реактора для получения водорода каталитической конверсией метана. Расчет вести на 1000 м³ H_2 . Потери теплоты в окружающую среду прием 6% от прихода теплоты. Расчет ведется по реакции
 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2 - 206200 \text{ кДж}$
 Исходные данные:
 $\text{CH}_4 : \text{H}_2\text{O} = 1:2$. Температура поступающих в реактор реагентов 1050С; температура в зоне реакции 9000С. Теплоемкости в кДж/(кмоль · 0С):

	CH_4	H_2O	CO	H_2
100 ⁰ С	36,72	33,29	28,97	29,10
900 ⁰ С	-	38,14	31,36	29,90

Таблица А.7 – Экзамен

Критерии оценки	Количество билетов
Полнота ответа на экзаменационный билет	20
Знание принципов, методов, способов, процессов, режимов переработки и хранения продукции. Знание используемых в переработке микробиологических технологий. Знание основ стандартизации и сертификации продукции животноводства и продуктов её переработки.	
Демонстрация навыка составления технологических и аппаратурных схем	
Способность к анализу и осмыслению информации	

*Пример экзаменационного билета***Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Учебная дисциплина «**Технология связанного азота**»по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**направленность (профиль) **Технология неорганических веществ****Экзаменационный билет № 1**

1. Перечислите способы конверсионного получения азото-водородной смеси. Сравните их эффективность.
2. Физико-химические основы синтеза аммиака. Равновесие и кинетика процесса. Виды катализаторов.
3. Определить массу раствора 10% аммиачной воды, получаемой из 1т угля при его коксовании, если содержание азота в угле 1%, степень превращения азота в аммиак составляет 30% от его содержания .

Принято на заседании кафедры « ___ » _____ 20__ г. Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ /И.О. Фамилия

* Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения
учебного модуля «Технология минеральных удобрений и солей»

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Соколов Р. С. Химическая технология : учеб. пособие для высш. учеб. заведений : в 2 т. Т. 1 : Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ. - М. : Владос, 2000. - 366с. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр.: с. 356-357. - Прил.: с. 358-364. - ISBN 5-691-00355-0. - ISBN 5-691-00356-9: (в пер.)	24	
3 Игнатенков В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии : учеб. пособие для вузов. - М. : Академкнига, 2006. - 198с. : ил. - Библиогр.:с.195. - В тексте:Является дополнением к учеб."Общая химическая технология";На обл.:Учебное пособие для вузов. - ISBN 5-94628-148-8 : 135.90. - ISBN 978-5-946-28148-5	6	
4 Технология минеральных удобрений и солей : метод. указания к лабораторным работам / сост.: Е. Н. Телешова, Л. П. Грошева – НовГУим. Ярослава Мудрого, Великий Новгород, 2017. – 61 с. – URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-2586		БибилоТех
Электронные ресурсы		
2 Островский, С. В. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / С. В. Островский. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 300 с. — ISBN 978-5-398-00040-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160948		ЭБС Лань
3 Ильин, А. П. Производство азотной кислоты : учебное пособие / А. П. Ильин, А. В. Кунин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1459-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211313		ЭБС Лань
4 Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / Т. Г. Ахметов, В. М. Бусыгин, Л. Г. Гайсин, Р. Т. Ахметова ; под редакцией Т. Г. Ахметова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 452 с. — ISBN 978-5-8114-3882-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/206612		ЭБС Лань
5 Лабораторный практикум по химической технологии неорганических веществ : учебно-методическое пособие / С. В. Островский, В. А. Рупчева, О. В. Рахимова, О. А. Федотова. — Пермь : ПНИПУ, 2013. — 159 с. — ISBN 978-5-398-01074-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160946		ЭБС Лань
6 Козадерова, О. А. Задачи и упражнения по химической технологии неорганических веществ : учебное пособие / О. А. Козадерова, С. И. Нифталиев, К. Б. Ким. — Воронеж : ВГУИТ, 2019. — 59 с. — ISBN 978-5-00032-418-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/143270		ЭБС Лань
8 Козадерова, О. А. Материальные и тепловые балансы в технологии аммиака и азотной кислоты : учебное пособие / О. А. Козадерова. — Воронеж : ВГУИТ, 2020. — 71 с. — ISBN 978-5-00032-493-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171032		ЭБС Лань



Таблица Б.2 - Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Бесков В.С. Общая химическая технология : учеб. для вузов. - М. : Академкнига, 2006. - 452,[2]с. : ил. - Библиогр.: с. 446. - ISBN 5-94628-149-6. - ISBN 978-5-946-28149-2 : (в пер.)	2	
2 Соколов Р.С. Практические работы по химической технологии : учеб. пособие для вузов. - М. : Владос, 2004. - 271с. : ил. - (Практикум для вузов). - Прил.: с. 269-271. - ISBN 5-691-01179-0 : (в пер.)	1	
3 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. для вузов. - 14-е изд., стер. - М. : Альянс, 2008. - 750,[2]с. : ил. - Библиогр.: с. 715-718. - Указ.: с. 719-750. - Перепечатка с 9 изд.1973 г. - ISBN 978-5-903034-33-8 : (в пер.)	1	



Таблица Б.3 – Информационное обеспечение модуля

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор от 17.12.2014 № БТ-46/11	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
ЭБС «Электронная библиотечная система Новгородского государственного университета» (ЭБС НовГУ). Универсальный ресурс. Внутривузовские издания НовГУ.	Договор № 230 от 30.12.2022 с ООО «КДУ»	бессрочный
ЭБС «ЛАНЬ» Единая профессиональная база данных для классических вузов – Издательство Лань «ЭБС» ЭБС ЛАНЬ	Договор от 23.12.2022 № 28/ЕП(У)22 с ООО «Издательство ЛАНЬ»	01.01.2023-31.12.2023
ЭБС «ЛАНЬ» Универсальный ресурс	Договор от 09.11.2020 № СЭБ НВ-283 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	09.11.2020 - 31.12.2023
«ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru» Универсальный ресурс.	Договор от 23.12.2022 № 25/ЕП(У)22 с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	01.01.2023 - 31.12.2023
«Национальная электронная библиотека» Универсальный ресурс.	Договор от 14.03.2022 № 101/НЭБ/2338-п с ФБГУ «Российская Государственная библиотека»	14.03.2022 - 14.03.2027
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prlib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Справочно-правовая система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс студенту и преподавателю) www.consultant.ru/edu/	в открытом доступе	-

И.о. зав. кафедрой _____ В.А. Исаков
 « 31 » _____ 05 _____ 2023 г.

Приложение В
(обязательное)

**Лист актуализации рабочей программы
Учебного модуля «Технология связанного азота»**

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
 Протокол № __ заседания кафедры от «__» _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
 Протокол № __ заседания кафедры от «__» _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
 Протокол № __ заседания кафедры от «__» _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Таблица В.1 Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав.кафедрой	Подпись

