



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБХИ
Вобликова Г.В.
« 22 » декабря 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Экологические аспекты производства неорганических веществ
и функциональных материалов

по направлению подготовки
18.04.01 Химическая технология

направленности (профилю)
Технология неорганических веществ и функциональных материалов

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения
деятельности ИБХИ

Т.И. Кондратьева
« 22 » декабря 20 22 г.

Разработал

Доцент кафедры ФПХ

И.В. Летенкова

« 12 » декабря 20 22 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 311 от « 16 » 12 20 22 г.

И. о. заведующего кафедрой
В.А. Исаков
« 16 » декабря 20 22 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цели учебной дисциплины:

формирование компетентности студентов в области определения экологических аспектов производства неорганических веществ и функциональных материалов

Задачи учебной дисциплины:

1. определение экологических аспектов получения и подготовки сырья;
2. определение экологических аспектов основного производства;
3. изучение методов утилизации отходов производства и обработанных материалов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Экологические аспекты производства неорганических веществ и функциональных материалов» входит в часть учебного плана направления 18.04.01 – Химическая технология, профиль «Технология неорганических веществ и функциональных материалов», формируемую участниками образовательных отношений.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении УМ и учебных дисциплин:

- «Избранные главы химической технологии»,
- «Избранные главы процессов и аппаратов химических производств»,
- «Методы получения функциональных материалов».

В процессе изучения курса «Экологические аспекты производства неорганических веществ и функциональных материалов» студенты готовятся к прохождению технологической практики.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

ПК-3. Способен совершенствовать технологический процесс, разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов, изыскивать способы утилизации отходов производства, исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению

Результаты освоения учебной дисциплины:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ПК-3. Способен совершенствовать технологический процесс, разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов, изыскивать способы утилизации отходов производства, исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению	ПК-3.1. Знать основные технологии производства неорганических веществ и функциональных материалов, методы получения различных материалов и их физико-химические характеристики	ПК-3.2. Уметь осуществлять выбор технологической линии производства неорганических веществ и функциональных материалов	ПК-3.3. Владеть методами аналитического контроля сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения:

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		3 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	27	27
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	–	–
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	81	81
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен)	Зачет	Зачет

4.2 Содержание учебной дисциплины

1 Экологические аспекты как этап разработки системы экологического менеджмента на предприятии

2 Экологические аспекты производства неорганических веществ

2.1 Производство азотной кислоты. Экологические аспекты производства азотной кислоты

2.2 Производство аммиачной селитры. Экологические аспекты производства аммиачной селитры

2.3 Производство мочевины. Экологические аспекты производства мочевины

3 Экологические аспекты производства функциональных материалов

3.1 Производство стекла. Экологические аспекты производства стекла

3.2 Производство глинозёма и алюминия. Экологические аспекты производства глинозёма и алюминия

3.3 Производство особо чистого кремния. Экологические аспекты производства особо чистого кремния.

4 Жизненные циклы: виды, характеристики, описание, оценка

4.1 Жизненный цикл продукции: определение целей и границ, анализ, управление

4.2 Примеры проведения ОЖЦ продукции

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины (модуля) и контактной работы

№	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			
Раздел 1 Экологические аспекты как этап разработки системы экологического менеджмента на предприятии						
1.1	Экологические аспекты:	1	–	–	5	
Раздел 2 Экологические аспекты производства неорганических веществ						
2.1	Производство аммиака. Экологические аспекты производства аммиака	1	2	–	5	
2.1	Производство азотной кислоты. Экологические аспекты производства азотной кислоты	1	2	1	5	
2.2	Производство аммонийной селитры. Экологические аспекты производства аммонийной селитры	1	2	–	5	
2.3	Производство мочевины. Экологические аспекты производства мочевины	1	2	–	5	
Раздел 3 Экологические аспекты производства функциональных материалов						
3.1	Производство стекла. Экологические аспекты производства стекла	1	2	–	10	
3.2	Производство глинозёма и алюминия. Экологические аспекты производства глинозёма и алюминия	1	2	–	10	

3.3	Производство особо чистого кремния. Экологические аспекты производства особо чистого кремния	1	2	1	10	
Раздел 4 Жизненные циклы: виды, характеристики, описание, оценка						
4.1	Жизненный цикл продукции: определение целей и границ, анализ, управление	1	–	–	10	
4.2	Примеры проведения ОЖЦ продукции	1	2	2	10	
4.3	Утилизация производственных отходов	–	2	1	6	
<i>Промежуточная аттестация</i>		<i>Зачет</i>				
ИТОГО		9	18	5	81	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

4.4.2 Перечень тем курсовых работ

Лабораторные и курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 1 Экологические аспекты как этап разработки системы экологического менеджмента на предприятии		
1.	Экологические проблемы технологических процессов. Система экологического менеджмента (ЭМ) на предприятии. Основная задача ЭМ – экологизация производства. Прямые и непрямые экологические аспекты. Категории экологических аспектов. Параметры, характеризующие воздействие на окружающую среду (ОС). Схемы идентификации значимых экологических аспектов. Выявление экологических аспектов на основе экспертных оценок. Методы оценки и анализа экологических аспектов предприятия (лекция-презентация).	1
Раздел 2 Экологические аспекты производства неорганических веществ		
2.	Производство аммиака. Экологические аспекты производства аммиака. Компримирование и очистка природного газа от сернистых соединений; паровая каталитическая конверсия метана (первичный риформинг); компримирование воздуха и паровоздушная конверсия природного газа (вторичный риформинг); двухступенчатая конверсия оксида углерода на высокотемпературном, среднетемпературном и низкотемпературном катализаторах; очистка конвертированного газа от диоксида углерода; метанирование остатков моно- и диоксида углерода; копримирование азото-водородной смеси (АВС); синтез аммиака при давлении 15 ÷ 32 МПа и выделение аммиака. Экологические аспекты: образование отходящих газов, твердых отходов (отработанные катализаторы, активированный уголь, ионообменные смолы и фильтровальные ткани и др.) (лекция-презентация).	1
3.	Производство азотной кислоты. Экологические аспекты производства азотной кислоты. Очистка и подготовка аммиака и воздуха. Физико-химические основы окисления аммиака. Катализаторы окисления аммиака. Влияние технологических факторов на эффективность окисления аммиака до оксида азота (II). Переработка оксидов азота в азотную кислоту. Равновесие и скорость взаимодействия оксидов азота с водой. Влияние температуры, давления, концентрации оксидов азота на скорость реакции и концентрацию продукционной кислоты. Аппаратурное оформление процесса и режим его работы. Применение неплатиновых катализаторов для окисления аммиака. Методы снижения потерь и вложений катализатора. Технологическая очистка отходящих газов в производстве азотной кислоты (лекция-презентация).	1

4.	Производство аммиачной селитры (АС). Экологические аспекты производства АС. Прием и очистка капельного жидкого аммиака. Нагрев газообразного аммиака теплом парового конденсата из выпарного аппарата. Прием и нагрев азотной кислоты соковым паром из нейтрализаторов. Нейтрализация азотной кислоты и получение раствора аммиачной селитры (АС) с концентрацией 89% - 92% NH_4NO_3 . Донеитрализация раствора АС до рН 5,5-6 и смешение с кондиционирующей добавкой. Упаривание раствора АС до состояния плава с концентрацией 99,7% NH_4NO_3 в токе воздуха гранбашни. Гранулирование капель плава охлаждением в потоке воздуха (лекция-презентация).	1
5.	Производство карбамида. Экологические аспекты производства карбамида, Физико-химические основы процесса получения карбамида и аминокислотосодержащих углеводородов из аммиака и диоксида углерода. Равновесное состояние гетерогенной системы, кинетические закономерности синтеза карбамида и подходы к выбору конструкции реактора. Дистилляция плава синтеза при различных давлениях и аппаратное оформление процесса. Упаривание растворов карбамида и конструкции выпарных аппаратов. Грануляция плава карбамида и способы улучшения качества гранулированного продукта. Технологические схемы производств карбамида. Способы организации рецикла непрореагировавших веществ. (лекция-презентация).	1
Раздел 3 Экологические аспекты производства функциональных материалов		
6.	Производство стекла. Экологические аспекты производства стекла. Обработка и подготовка сырья. Варка стекла. Очистка отходящих газов, образующихся при работе варочной печи. Необходимость повышения энергоэффективности процесса варки стекла. Формование изделий. Отжиг изделий (лекция-презентация).	1
7.	Производство глинозёма и алюминия. Экологические аспекты производства глинозёма и алюминия. Получение глинозёма: выщелачивание бокситовой пульпы, отделение песков, выделение кристаллов гидроксида алюминия, промывка и прокаливание гидроксида алюминия. Электролиз глинозёма. Легирование, очистка и модифицирование алюминия. Наиболее опасные для окружающей среды отходы: нефелиновый шлам (получение глинозёма из бокситов), ПАУ, газообразные и твердые фториды, фторированные углеводороды (электролиз) (лекция-презентация).	1
8.	Производство особо чистого кремния. Экологические аспекты производства особо чистого кремния. Получение технического кремния, получение трихлорсилана и его очистка от примесей, восстановление трихлорсилана водородом, конечная очистка кремния и выращивание монокристаллов. Технологическая очистка пылегазовой смеси, образующейся в производстве технического кремния, очистка отходящих газов, образующихся при производстве и восстановлении трихлорсилана (лекция-презентация).	1
Раздел 4 Жизненные циклы: виды, характеристики, описание, оценка		
9.	Жизненный цикл продукции: определение целей и границ, анализ, управление. Примеры рассмотрения жизненных циклов продукции (лекция-презентация).	1
	ИТОГО	9

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 1 Экологические аспекты как этап разработки системы экологического менеджмента на предприятии		
1.	Экологические аспекты и их значимость (работа в группе)	2
Раздел 2 Экологические аспекты производства неорганических веществ		
2.	Утилизация отработанных катализаторов производства аммиака (работа в группе)	2
3.	Методы очистки отходящих газов от оксидов азота. Абсорбция. Адсорбция. Каталитическая очистка: неселективная (высокотемпературная), селективная (низкотемпературная) (работа в группе)	2
4.	Ресурсо- и энергопотребление в производстве аммиачной селитры (работа в группе)	2
5.	Способы организации рецикла непрореагировавших веществ в производстве карбамида (работа в группе)	2
Раздел 3 Экологические аспекты производства функциональных материалов		
6.	Производство стекла. Энергопотребление при производстве стекла (работа в группе)	1
7.	Производство глинозёма и алюминия. Важнейшие экологические аспекты производства глинозёма и алюминия (работа в группе)	1
8.	Производство особо чистого кремния. Экологические аспекты производства особо чистого кремния (работа в группе)	1
9.	Классификация твердых промышленных отходов (ТПО). Классы опасности ТПО. Основные направления переработки ТПО (работа в группе).	1

Раздел 4 Жизненные циклы: виды, характеристики, описание, оценка		
10	Основные направления переработки ТПО (работа в группе)	1
11.	Жизненные циклы продукции: примеры (работа в группе)	3
	ИТОГО	18

Рекомендации к проведению практических занятий.

Работа в группе

1. Тема ПЗ: Экологические аспекты и их значимость

Возможные вопросы для обсуждения:

- 1) Категории экологических аспектов.
- 2) Основные факторы, определяющие значимость экологических аспектов.
- 3) Методы оценки и анализа экологических аспектов предприятия.
- 4) Индекс воздействия.
- 5) Балльная оценка факторов воздействия

2. Утилизация отработанных катализаторов производства аммиака

Возможные вопросы для обсуждения:

1) Катализаторы конверсии метана. Возможность утилизации катализатора. Извлечение никеля из никелевого катализатора конверсии метана.

2) Катализаторы конверсии оксида углерода (II). Возможность переработки катализатора. Переработка отработанного железохромового катализатора конверсии оксида углерода марки СТК

3) Катализаторы конверсии аммиака. Снижение безвозвратных потерь платиноидов и уменьшения вложения платиноидов в каждый конкретный агрегат конверсии аммиака: введение легирующих добавок в состав носителя, использование 2-х ступенчатых каталитических систем с блочным катализатором или улавливающим пакетом сеток на второй ступени.

3. Тема ПЗ: Методы очистки отходящих газов от оксидов азота Абсорбция. Адсорбция. Каталитическая очистка: неселективная (высокотемпературная), селективная

Возможные вопросы для обсуждения:

1) Абсорбция: физико-химические основы, конструкции абсорберов, условия осуществления процесса.

2) Адсорбция: физико-химические основы, конструкции адсорберов, условия осуществления процесса.

3) Каталитическая очистка: неселективная (высокотемпературная), селективная (низкотемпературная): применяемые восстановители, катализаторы, условия осуществления процессов.

4. Ресурсо- и энергопотребление в производстве аммиачной селитры (АС)

Возможные вопросы для обсуждения:

- 1) Сравните технологии производства АС по потреблению аммиака.
- 2) Сравните технологии производства АС по потреблению азотной кислоты.
- 3) Сравните технологии производства АС по потреблению водяного пара.
- 4) Сравните технологии производства АС по энергопотреблению.

5. Тема ПЗ: Способы организации рецикла непрореагировавших веществ в производстве карбамида

Возможные вопросы для обсуждения:

- 1) 2 группы технологических схем производства карбамида.
- 2) Жидкостной рецикл диоксида углерода.
- 3) Газовый рецикл диоксида углерода.
- 4) Способы усовершенствования производства карбамида (создание интегральных схем, объединяющих производство карбамида, аммиака и нитрата аммония, внедрение технологических схем со стриппинг-процессом).

6. Производство стекла. Энергопотребление при производстве стекла

Возможные вопросы для обсуждения:

- 1) Основной фактор воздействия производства на ОС.

2) Оборудование для очистки отходящих газов, образующихся в процессе производства стекла, от пыли (циклоны, фильтры, электрофильтры).

3) Использование воды в производстве стекла. Основные загрязнители, присутствующие с ПСВ. Очистка ПСВ, образующихся при производстве стекла.

4) Твердые отходы производства стекла, их утилизация.

5) Энергопотребление при производстве стекла. Наиболее энергоемкая стадия. Виды топлива и энергии, используемые в производстве стекла.

6) Факторы, влияющие на энергоэффективность производства стекла: использование стеклобоя, выпуск облегченных изделий (например, стеклотары).

7) Возможности повышения энергоэффективности производства стекла.

7. Производство глинозёма и алюминия. Важнейшие экологические аспекты производства глинозёма и алюминия

Возможные вопросы для обсуждения:

1) Приоритетные проблемы отрасли.

2) Важнейшие экологические аспекты производства алюминия: выбросы ПАУ, газообразных и твердых фторидов, фторуглеродов, отходы футеровки электролизёров, огарки анодов, образование красного (нефелинового) шлама (на стадии получения глинозёма).

3) Воздействие ПАУ и газообразных фторидов на организм человека и ОС.

4) Оборудование для очистки отходящих газов, образующихся при производстве алюминия.

5) Состав нефелинового шлама. Способы утилизации нефелинового шлама.

8. Производство особо чистого кремния. Экологические аспекты производства особо чистого кремния

Возможные вопросы для обсуждения:

1) Недостатки основных методов получения кремния: относительно высокая температура процесса, низкий выход кремния (теоретически возможный выход 60%), выделение агрессивного хлороводорода.

2) Технологии очистки отходящих газов от хлороводорода.

3) Фторгидридный метод получения кремния из побочных продуктов переработки кремнезёмов в фосфорные удобрения.

9 Тема ПЗ: Классификация твердых промышленных отходов (ТПО). Классы опасности ТПО. Захоронение и обезвреживание ТПО

Возможные вопросы для обсуждения:

1) Захоронение ТПО

- обработка токсичных промышленных отходов на специализированных полигонах;
- методы фиксации и заключения отходов в капсулы;
- закачка отходов в глубокие скважины.

2) Методы термического обезвреживания ТПО

- сжигание ТПО, типы инсинераторов;
- сжигание в псевдооживленном слое;
- каталитические методы сжигания;
- термическая переработка отходов в печи Ванюкова;
- пиролиз промышленных отходов, окислительный и сухой пиролиз;
- переработка и обезвреживание отходов с применением плазмы.

10 Тема ПЗ: Основные направления переработки ТПО

Возможные вопросы для обсуждения:

1) Основные направления переработки ТПО:

- производство строительных материалов;
- рекультивация ландшафтов;
- применение в сельском хозяйстве в качестве удобрений и мелиорантов;
- комплексная переработка для применения в качестве вторичных материальных ресурсов;
- утилизация.

2) Примеры утилизации ТПО

- утилизация стеклобоя;
- утилизация алюминиевых изделий.

11. Тема ПЗ: Жизненный цикл продукции

Возможные вопросы для обсуждения:

- 1) Жизненный цикл стеклянной тары.
- 2) Жизненный цикл алюминия.
- 3) Жизненный цикл бетона.

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 учебной дисциплины представлено в Приложении

Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие учебной аудитории	Аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска) помещение для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)
2.	Мультимедийное оборудование	1 компьютер, 1 проектор, экран
3.	Программное обеспечение	1 Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard. Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212 от 19.12.2018 2 Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999. Node 1 year Educational Renewal License Договор Договор №148/ЕП(У)20-ВБ, 1С1С-200914-092322-497-674 от 11.09.2020 3 Антиплагиат. Вуз. Договор №1180/22/ЕП(У)20-ВБ от 10.02.2020 и договор №363/20/90/ЕП(У)20-ВБ от 11.09.20. 4 Подписка Microsoft Office 365 – свободно распространяемое для вузов 4 Adobe Acrobat 365 – свободно распространяемое для вузов 6.Zoom – свободно распространяемое для вузов Microsoft Windows 7 Professional Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212 от 30.04.2015 Microsoft Office 2013 Standard Open License № 62018256 от 31.07.2016 Adobe Acrobat свободно распространяемое Teams свободно распространяемое Zoom свободно распространяемое Skype свободно распространяемое

Приложение А
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Технологические процессы защиты окружающей среды»

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.	Домашнее задание	Раздел 3 учебной дисциплины	70	ПК-3
	Контрольная работа	Разделы 1-2 учебной дисциплины	25	
2.	Тест		15	ПК-3
3..	Доклад с презентацией		40	ПК-3
<i>Промежуточная аттестация: зачет</i>				
	ИТОГО		150	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Домашнее задание

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Полнота выполненного задания	По числу студентов в группе
Правильность расчетов, оформления решения	

Содержание домашнего задания по разделу 3
«Экологические аспекты производства функциональных материалов»

Выявление экологических аспектов производственного процесса

1. Опишите заданный производственный процесс: составьте уравнения или схемы химических реакций, укажите при каких условиях (температуре, давлении, в газовой фазе, в растворе, в расплаве, в присутствии какого катализатора) протекает этот процесс. Укажите, на каком оборудовании осуществляется процесс (реактор, абсорбер, колонна и т.д.).

2. Укажите, какие химические реагенты используют для осуществления процесса: химические формулы реагентов, составы реагентов (обязательно присутствуют примеси), составы применяемых растворов или газовых смесей. Укажите, из какого сырья получают эти реагенты. Если есть ли различные способы получения реагентов, то выберите наилучший способ (объясните, почему он наилучший) или наиболее распространенный (объясните, почему способ является более распространенный). Каковы расходные коэффициенты реагентов?

3. Укажите состав продукта: сколько содержится основного компонента, сколько различных добавок (стабилизаторов, пластификаторов, пигментов, антиоксидантов и пр.), сколько примесей.

4. Укажите состав и количество образующихся в производственном процессе отходов (отходящих газов, сточных вод, твердых отходов).

5. Охарактеризуйте способы обезвреживания или утилизации отходов, образующихся в заданном производственном процессе: методы очистки отходящих газов от загрязнений, методы очистки сточных вод на локальных очистных сооружениях, методы утилизации или реутилизации твердых отходов. Укажите удельные объемы или массы (на единицу массы продукта) образующихся отходов. Отрадите использование рециркуляции потоков при очистке газов и сточных вод, наличие замкнутых циклов.

6. Укажите, какие энергоносители используют в заданном производственном процессе. Возможно ли и целесообразно ли использование других энергоносителей? Приведите значения удельного расхода (на единицу массы продукта) электроэнергии или другого энергоносителя.

По итогам выполнения ДЗ готовится доклад с презентацией.

Примерные варианты производственных процессов:

1. Электролитическое рафинирование меди.
2. Производство лития.
3. Получение стеклоуглерода.
4. Получение графена.
5. Производство металлокерамических композиционных материалов.

2) Контрольная работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Количество правильных ответов	10

Вопросы для подготовки к КР

«Экологические аспекты производства азотных удобрений»

1. Экологические проблемы технологических процессов.
2. Система экологического менеджмента (ЭМ) на предприятии. Основная задача ЭМ – экологизация производства.
3. Понятие «экологизация производства». Конечная цель экологизации производства.
4. Понятия «безотходная технология» и «малоотходная технология». Проблемы внедрения малоотходных и безотходных производств.
5. Количественная оценка безотходности производства.
6. Принципы создания безотходных технологий
7. Прямые и косвенные экологические аспекты технологий. Категории экологических аспектов.
8. Параметры, характеризующие воздействие на окружающую среду (ОС).
9. Схемы идентификации значимых экологических аспектов.
10. Выявление экологических аспектов на основе экспертных оценок.

11. Методы оценки и анализа экологических аспектов предприятия.
12. Экологические аспекты производства аммиака.
13. Катализаторы, используемые в производстве аммиака. Утилизация отработанных катализаторов.
14. Экологические аспекты производства азотной кислоты.
15. Очистка отходящих газов от оксидов азота NO_x в производстве азотной кислоты.
16. Экологические аспекты производства аммиачной селитры.
17. Ресурсо-и энергопотребление в производстве аммиачной селитры.
18. Экологические аспекты производства карбамида.
19. : Способы организации рецикла непрореагировавших веществ в производстве карбамида
20. Очистка отходящих газов в производстве аммиачной селитры и карбамида от пыли.
- 21.

**Примерный вариант КР КР
«Экологические аспекты производства азотных удобрений»**

1. Понятия «безотходная технология» и «малоотходная технология». Проблемы внедрения малоотходных и безотходных производств.
2. Катализаторы, используемые в производстве аммиака. Утилизация отработанных катализаторов.

3) Тест

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Количество правильных ответов	10
Подробные ответы на вопросы №№19-20	

Пример теста «Технологические процессы очистки отходящих газов»

1. Степень очистки η равна

1) $C_{\text{ВЫХ}}/C_{\text{ВХ}}$; 2) $(C_{\text{ВХ}} - C_{\text{ВЫХ}})/C_{\text{ВХ}}$; 3) $(C_{\text{ВЫХ}} - C_{\text{ВХ}})/C_{\text{ВХ}}$; 4) $(C_{\text{ВХ}} - C_{\text{ВЫХ}})/C_{\text{ВЫХ}}$.

2. Гидравлическое сопротивление пылеуловителя зависит от

- 1) объемного расхода очищаемого газа;
- 2) температуры и давления газа;
- 3) конструкции пылеуловителя;
- 4) природы очищаемого газа.

3. Для предварительное очистки газов от пыли используются

- 1) электрофильтры;
- 2) пылеосадительные камеры;
- 3) жалюзийные пылеуловители;
- 4) циклоны.

4. В фильтрах с гибкими перегородками используются

- 1) ткани; 2) войлоки; 3) металлические сетки; 4) зернистые материалы.

5. К требованиям, предъявляемым к тканям, НЕ относятся

- 1) высокая пылеемкость;
- 2) высокая воздухопроницаемость в равновесно запыленном состоянии;
- 3) стабильность размеров и свойств при повышенной температуре;
- 4) способность удерживать накопленную пыль при регенерации.

6. Достоинства фильтров

- 1) предназначены для очистки от самых мелких частиц;
- 2) высокая степень очистки;
- 3) переменное гидравлическое сопротивление;
- 4) ограничения по входной концентрации.

7. Недостатки фильтров

- 1) низкая степень очистки;
- 2) ограничения по температуре;
- 3) переменное гидравлическое сопротивление;
- 4) ограничения по входной концентрации.

8. Захват частиц в результате броуновской диффузии становится заметным при

- 1) $d_{\text{ч}} > 0,1$ мкм и $v > 1$ м/с;
- 2) $d_{\text{ч}} > 0,1$ мкм и $v < 1$ м/с;
- 3) $d_{\text{ч}} < 0,1$ мкм и $v > 1$ м/с;
- 4) $d_{\text{ч}} < 0,1$ мкм и $v < 1$ м/с.

9. Достоинства зернистых фильтров:

- 1) трудности регенерации;
- 2) способность работать при высоких температурах;
- 3) способность выдерживать большие механические нагрузки;
- 4) высокое гидравлическое сопротивление.

10. Применительно к электрофильтрам справедливы следующие утверждения

- 1) частицы пыли имеют преимущественно отрицательный заряд;
- 2) коронирующий электрод – центральный электрод;
- 3) коронирующий электрод заряжен положительно;
- 4) осадительный электрод заряжен положительно.

11. Достоинства электрофильтров

- 1) самая высокая степень очистки;
- 2) высокая производительность;
- 3) высокое гидравлическое сопротивление;
- 4) относительно высокие капитальные затраты.

Для снижения содержания NO_x в продуктах сгорания топлив используют

- 1) рециркуляцию дымовых газов;
- 2) двухступенчатое сжигание;
- 3) повышение температуры подаваемого в топку воздуха;
- 4) рассредоточение зоны горения в объеме всей топки

. Решающим условием при выборе абсорбента является

- 1) растворимость в нем извлекаемого компонента;
- 2) площадь поверхности раздела жидкости и газа;
- 3) средняя движущая сила процесса;
- 4) доступность абсорбента.

Абсорбцию можно осуществлять

- 1) в насадочной башне;
- 2) в скруббере Вентури;
- 3) в барботажно-пенном аппарате;
- 4) в тарельчатом скруббере.

Характерными особенностями скруббера Вентури являются

- 1) низкая скорость газового потока;
- 2) наличие трубы-распылителя;
- 3) высокая турбулентность газожидкостных потоков;

4) отсутствие каплеуноса.

Метод адсорбции применим в случаях, когда

- 1) содержание удаляемой примеси в отходящих газах весьма велико;
- 2) загрязняющий газ трудно или невозможно сжечь;
- 3) необходима гарантированная рекуперация ценной примеси;
- 4) нужно удалить пары ядовитых веществ и предполагаемых канцерогенов.

. Схемы термической нейтрализации отходящих газов: прямое сжигание и каталитический метод. Из перечисленных характеристик выберите те, которые имеют отношение к прямому сжиганию:

- 1) высокая теплота сгорания отходящих газов;
- 2) высокая (до 1300°C) температура процесса;
- 3) кратковременность процесса;
- 4) малые габариты реактора.

. Преимущества методов термической нейтрализации перед методами абсорбции

- 1) отсутствие систем водоснабжения;
- 2) отсутствие шламового хозяйства;
- 3) ограничения по очистке выбросов, содержащих P, S, Cl;
- 4) высокая эффективность обезвреживания.

.Напишите уравнения химических реакций (не менее 3-х), отражающих сущность очистки отходящих газов от NO_x методом перевода NO_x в соединения с низкой температурой разложения.

Прокомментируйте их.

.Напишите уравнения химических реакций (не менее 3-х), отражающих сущность очистки газов от NO_x методом разложения NO_x в присутствии кокса. Прокомментируйте их.

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Экологические аспекты производства неорганических веществ и функциональных материалов»

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библиот. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Соколов Р. С. Химическая технология : учебное пособие для высших учебных заведений : в 2 томах. Т. 1 : Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ. - Москва : Владос, 2000. - 366 с. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр.: с. 356-357. - Прил.: с. 358-364. - ISBN 5-691-00355-0. - ISBN 5-691-00356-9	24	
2. Свойства, получение и применение минеральных удобрений : учебное пособие для вузов / Б. А. Дмитриевский [и др.]. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2013. - 325, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 325. - Слов.: с. 322-324. - ISBN 978-5-903090-84-6	12	
3. Ветошкин А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 303, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 298-301. - Прил.: с. 262-297. - ISBN 978-5-8114-2035-3	8	
4. Широков Ю. А. Экологическая безопасность на предприятии : учебное пособие / Ю. А. Широков. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 357, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература) (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 344-349. - Прил.: с. 269-343. - Электрон. версия кн. на сайте www.e.lanbook.com . - ISBN 978-5-8114-2578-5	7	
Электронные ресурсы		
5. Козадерова, О. А. Технология минеральных удобрений: учебное пособие / О. А. Козадерова, С. И. Нифталиев. – Воронеж : ВГУИТ, 2014. – 183 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/72918		ЭБС Лань
6. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной экологии: учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 332 с. URL: https://e.lanbook.com/book/152483		ЭБС Лань
7. Экологический менеджмент на промышленных предприятиях: учебное пособие / Я. И. Вайсман, Н. Е. Ерхова, В. В. Карманов, В. Ю. Петров. – Пермь: ПНИПУ, 2006. – 196 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/161156		ЭБС Лань

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библиот. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Калыгин В. Г. Промышленная экология : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений / В. Г. Калыгин. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2007. - 430, [2] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование, Защита окружающей среды). - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 402-427. - ISBN 978-5-7695-4414-9	16	
2. Кальнер В. Д. Экологическая парадигма глазами инженера / В. Д. Кальнер. - Москва : Калвис, 2009. - 395, [1] с. : ил. - Прил.: с. 315-395. - ISBN 978-5-89530-014-5	20	



Электронные ресурсы		
3. Таранцева, К. Р. Инженерные методы защиты гидросферы: учебное пособие / К. Р. Таранцева. – Пенза: ПензГТУ, 2012. – 286 с. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/62567		ЭБС Лань
4. Техничко-экологические аспекты производства кремния: учебное пособие / В. Г. Григорьев, М. А. Глушкевич, Н. В. Немчинова, М. П. Кузьмин. – Иркутск: ИРНИТУ, 2019. – 98 с. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/164013 .		ЭБС Лань

Таблица 3 – Информационное обеспечение

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 № БТ-46/11 от 17.12.2014	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
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru	Договор № 56/ЕП(У)21 от 17.12.2021	31.12.2022
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru	Договор № 25/ЕП(У)22 от 23.12.2022г.	31.12.2023
Электронная база данных электронной библиотечной системы «Лань» https://e.lanbook.com	Договор № 59/ЕП(У)21 от 17.12.2021	31.12.2022
Электронная база данных электронной библиотечной системы «Лань» https://e.lanbook.com	Договор № СЭБ НВ-283 от 09.11.2020	31.12.2023
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	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	регистрация (территория вуза)	2022
Информационные справочные системы		
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Национальная технологическая инициатива http://www.nti2035.ru/	в открытом доступе	
Агентство стратегических инициатив https://asi.ru/	в открытом доступе	
Институт инновационного проектирования http://rus.triz-guide.com	в открытом доступе	
Университет 2035 https://2035.university/	в открытом доступе	

И.о. зав. кафедрой *Исаков* / В.А. Исаков
«12» *декабря* 2022 г.



