

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

МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль):	Химическая технология неорганических веществ
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	Доцент Георгиева Э.Ю.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Методы утилизации отходов предприятий по переработке минерального сырья» разработана:

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

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

Составитель: _____ доцент каф. ХТПЭ Георгиева Э.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 «Методы утилизации отходов предприятий по переработке минерального сырья» является ознакомление студентов с видами и классификацией вредных выбросов предприятий основного неорганического синтеза, методами и способами нейтрализации и утилизации промышленных отходов в химической технологии неорганических веществ.

Задачами дисциплины являются:

- изучение экологических проблем химической промышленности и экологических требований при создании новых технологий;
- овладение методами и способами нейтрализации и утилизации вредных выбросов; навыками расчета аппаратов, применяемых для защиты окружающей среды;
- формирование представлений об основных научно-технических проблемах экологической безопасности, о перспективах развития техники и технологии защиты окружающей среды; умений и навыков по оценке экологической безопасности химических производств; способностей для разработки новых технических решений и анализа различных вариантов безотходных технологических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

В соответствие с учебным планом, дисциплина «Методы утилизации отходов предприятий по переработке минерального сырья» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология неорганических веществ» и изучается в 7 и 8 семестрах.

При этом процесс изучения дисциплины «Методы утилизации отходов предприятий по переработке минерального сырья» направлен на формирование у студентов четвертого курса основ их предстоящей профессиональной деятельности.

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

Процесс изучения дисциплины «Методы утилизации отходов предприятий по переработке минерального сырья» 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 окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов,	ОПК-1	ОПК-1.1. Знает: 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 различных классах химических соединений; механизмы протекания химических реакций; природу межмолекулярного взаимодействия.
		ОПК-1.2. Умеет: анализировать химические элементы и их соединения; использовать методы расчета химико-технологических процессов; определять термодинамические характеристики

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
соединений, веществ и материалов		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. Владеет: 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 осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса	ПКС-1	ПКС-1.1 Знает: основные технологические процессы, виды применяемого оборудования и правила его эксплуатации;
		ПКС-1.2 Умеет: осуществлять контроль выполнения требований технологического регламента;
		ПКС-1.3 Владеет: навыками контроля работы технологического объекта по обеспечению требований технологического регламента.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		7	8
Аудиторные занятия, в том числе:	104	68	36
Лекции	41	17	24
Практические занятия (ПЗ)	29	17	12
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	-
Самостоятельная работа студентов (СРС),	40	22	18

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		7	8
в том числе			
Проработка конспекта лекций	13	6	8
Подготовка к практическим занятиям	10	6	4
Выполнение заданий поисково-исследовательского характера	4	4	-
Реферат	2	2	-
Подготовка к контрольной работе	2	2	-
Подготовка к экзамену	2	2	-
Подготовка к зачету	4	-	6
Промежуточная аттестация – экзамен (Э) зачет (З)	Э,З	Э(36)	З
Общая трудоемкость дисциплины			
ак. час.	180	126	54
зач. ед.	5	3,5	1,5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические и лабораторные занятия, 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. Классификация и основные виды промышленных отходов	23	9	4	2	8
Раздел 2. Аппараты для обезвреживания и утилизации газообразных отходов	38	10	8	10	10
Раздел 3. Оборудование для очистки и утилизации промышленных стоков	42	12	8	10	12
Раздел 4. Оборудование и методы утилизации твердых отходов	41	10	9	12	10
Итого:	180	41	29	34	40

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Классификация и основные виды промышленных отходов	Влияние научно технического прогресса на состояние окружающей среды. Актуальность проблем защиты окружающей среды на современном этапе развития техники и технологии. Нормирование количества вредных примесей выбрасываемых в окружающую среду. Нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ. Нормативы предельно допустимых	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		выбросов (ПДВ) вредных веществ в окружающей среде.	
2	Раздел 2. Аппараты для обезвреживания и утилизации газообразных отходов	<p>Экологическое значение процессов очистки газовых производственных выбросов. Классификация методов очистки отходящих газов. Обоснование выбора метода очистки пылегазовых систем. Вредные и ценные газообразные компоненты выбросов в атмосферу. Продукты очистки газов и вопросы их утилизации. Очистка газов от твердых частиц. Осаждение под действием силы тяжести и инерционных сил. Пылеосадительные камеры. Инерционные пылеуловители. Фильтрация пылегазовых систем. Рукавные фильтры. Очистка газов в поле центробежных сил. Циклоны. Фактор разделения. Расчет циклонов. Батарейные циклоны. Очистка газов в электрическом поле. Электрофильтры. Мокрая очистка газов. Скрубберы. Пенные аппараты. Сравнительная характеристика и выбор аппаратов для очистки газов от аэрозолей. Очистка промышленных выбросов от токсичных газовых примесей. Абсорбция. Конструкции абсорберов. Адсорбция. Адсорберы с неподвижным, движущимся и взвешенным слоем адсорбента. Термическое обезвреживание газовых выбросов. Каталитическая очистка газообразных отходов. Конструкции каталитических реакторов. Классификация отходящих газов. Диоксид серы. Оксиды азота. Оксид и диоксид углерода. Методы утилизации газообразных отходов. Утилизация фторсодержащих газовых отходов в технологии фосфорных удобрений и кормовых фосфатов. Получение кремнефтористоводородной кислоты. Извлечение селена из обжигового газа сернокислотного производства.</p>	4
3	Раздел 3. Оборудование для очистки и утилизации промышленных стоков	<p>Характеристики сточных вод и виды их загрязнений. Классификация методов обезвреживания и утилизации жидких отходов. Оптимизация водопотребления и рациональное водопользование. Принципы создания бессточных производств. Механические способы обработки сточных вод. Оборудование для механической очистки сточных вод. Отстаивание. Песколовки. Конструкции отстойников. Фильтрация. Типы фильтровальных перегородок.</p>	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>Устройство фильтров для очистки сточных вод. Центробежные методы. Центрифугирование. Конструкции центрифуг. Сепараторы. Гидроциклоны. Утилизация осадков сточных вод. Химическая очистка сточных вод. Методы нейтрализации. Перевод примесей в малорастворимые соединения. Нейтрализующие реагенты. Физико-химические методы очистки сточных вод. Флотация. Экстракция. Сорбционные методы. Технологические методы очистки и утилизации сточных вод с использованием электрохимической обработки. Установки и аппараты для химической и физико-химической очистки сточных вод. Примеры основных технологических решений по утилизации при переработке жидких фаз производств неорганической технологии. Отходы содового производства. Технологическая схема выделения фтора из фосфорнокислотных растворов. Осаждение кремнефторидов. Методы переработки азотнокислотной вытяжки. Утилизация соединений редкоземельных элементов. Выделение из раствора и утилизация нитрата кальция.</p>	
4	Раздел 4. Оборудование и методы утилизации твердых отходов	<p>Источники образования твердых отходов и их классификация. Технологические методы утилизации отходов производств неорганических веществ. Методы измельчения твердых отходов. Физико-химические основы измельчения. Классификация способов измельчения. Методы разделения и обогащения твердых отходов. Классификация и сортировка измельченных материалов. Определение гранулометрического состава. Сита. Способы грохочения. Устройство и классификация грохотов. Плоские, валковые, барабанные грохоты. Гидравлическая классификация. Спиральные и центробежные классификаторы. Воздушная сепарация. Магнитная и электрическая сепарация. Утилизация твердых промышленных отходов. Примеры основных технологических решений при переработке твердых отходов производств серной кислоты, экстракционной фосфорной кислоты, фосфорных и калийных удобрений, кальцинированной соды. Основные методы утилизация фосфогипса. Получение гипсовых вяжущих. Использование фосфогипса в</p>	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		сельском хозяйстве. Производство серной кислоты и цементного клинкера. Отходы производства калийных удобрений. Комплексное использование калийных руд. Утилизация отходов галургической переработки сильвинитов. Утилизация пиритного огарка сернокислотного производства. Извлечение цветных металлов из огарков. Утилизация отходов в процессах обогащения апатитовых руд. Комплексная переработка апатито-нефелинового концентрата.	
Итого:			12

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 2	Утилизация газообразных отходов в производствах неорганических веществ	2
2	Раздел 3	Переработка жидкофазных отходов производств неорганической технологии.	2
3	Раздел 4	Утилизация твердых промышленных отходов	2
Итого:			24

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 2,3,4.	Расчет рукавного фильтра	2
		Расчет абсорбера	2
		Расчет отстойника	2
		Расчет гидроциклона	2
		Расчет грохотов	2
		Расчет классификаторов	2
Итого:			12

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

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 промежуточной аттестации) 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.

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. Классификация и основные виды промышленных отходов

1. Каковы цели и задачи дисциплины «Методы утилизации отходов предприятий неорганических веществ»?
2. Какова взаимосвязь научно-технического прогресса в химической промышленности и состояние качества окружающей среды.
3. Перечислите основные направления охраны окружающей среды от промышленных выбросов.
4. Охарактеризуйте понятие утилизации отходов.
5. Укажите экологические проблемы в технологии минеральных удобрений.
6. Как классифицируют основные отходы химических производств?
7. Приведите примеры использования отходов неорганических производств в качестве вторичных сырьевых ресурсов.
8. В чем заключаются проблемы утилизации отходов в производствах неорганических веществ?
9. Как связано решение экологических проблем с экономикой производства?
10. Какие мероприятия по совершенствованию технологических процессов предпринимаются при разработке малоотходных и безотходных технологий?

Раздел 2. Аппараты для обезвреживания и утилизации газообразных отходов

1. Перечислите основные факторы, которые следует учитывать при выборе метода очистки газов от аэрозолей?
2. Какие бывают газообразные отходы? Назовите способы их оптимального использования.
3. Дайте классификацию и сравнительную характеристику скрубберов для мокрой очистки газов.
4. Какие типы тарелок используют в барботажных абсорберах?
5. В каких случаях целесообразно использование распыливающих абсорберов?
6. Перечислите технологические методы утилизации газообразных отходов в производствах неорганических веществ.
7. Какие соединения фтора выделяются в газовую фазу при разложении природных фосфатов? Опишите методы их утилизации.

8. Укажите энерготехнологические аспекты применения термического метода обезвреживания газовых выбросов.
9. Охарактеризуйте процессы утилизации серосодержащих компонентов отходящих газов.
10. Опишите методы каталитической очистки газов от оксидов азота.

Раздел 3. Оборудование для очистки и утилизации промышленных стоков

1. Дайте классификацию методов очистки производственных сточных вод.
2. Укажите особенности осуществления процесса фильтрования при очистке сточных вод.
3. Назовите нейтрализующие реагенты для кислых промышленных стоков.
4. Раскройте сущность коагуляции. Назовите наиболее распространенные коагулянты.
5. Охарактеризуйте водооборотные циклы химических предприятий. Чем обусловлена необходимость создания замкнутых систем водопользования?
6. Перечислите технологические методы утилизации жидких отходов в производствах неорганических веществ.
7. Назовите основные направления переработки кремнефтористоводородной кислоты во фторсодержащие продукты.
8. Что является жидкофазными отходами содового производства? Укажите пути утилизации отходов производства соды аммиачным способом.
9. Как утилизируются фтористые соединения из растворов экстракционной фосфорной кислоты.
10. Укажите пути утилизации отработанной серной кислоты.

Раздел 4. Оборудование и методы утилизации твердых отходов

1. Дайте классификацию методов обезвреживания и переработки твердых отходов.
2. Каковы особенности защиты биосферы от загрязнений твердыми отходами?
3. Назовите методы измельчения твердых материалов.
4. Дайте классификацию машин для измельчения твердых материалов. Раскройте сущность измельчения в замкнутом цикле.
5. Укажите источники образования твердых отходов в химической промышленности. Приведите примеры использования отходов химических производств.
6. Опишите термические методы обезвреживания и утилизации фосфогипса.
7. Какие продукты получают при комплексной переработке нефелинового концентрата?
8. Как осуществляется утилизация пиритных огарков? Чем обусловлены трудности утилизации пиритных огарков в доменном производстве?
9. Укажите преимущества азотнокислотной переработки фосфатного сырья с точки зрения образования и утилизации отходов.
10. Как производится утилизация отходов производства калийных удобрений?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Классификация основных отходов химических производств.
2. Использование отходов неорганических производств в качестве вторичных сырьевых ресурсов.
3. Классификация методов очистки отходящих газов.
4. Методы утилизации газообразных отходов в производствах неорганических веществ.
5. Обоснование выбора метода очистки пылегазовых систем.
6. Вредные и ценные газообразные компоненты выбросов в атмосферу.
7. Продукты очистки газов и вопросы их утилизации.
8. Основные способы устранения выброса оксидов азота в атмосферу.
9. Каталитическая очистка отходящих газов в производстве азотной кислоты.
10. Методы утилизации газообразных отходов.
11. Утилизация фторсодержащих газовых отходов в технологии фосфорных удобрений и кормовых фосфатов.
12. Получение кремнефтористоводородной кислоты.

13. Извлечение селена из обжигового газа сернокислотного производства.
14. Классификация методов обезвреживания и утилизации жидких отходов.
15. Утилизация жидких отходов производств неорганической технологии.
16. Утилизация отходов содового производства.
17. Технологическая схема выделения фтора из фосфорнокислотных растворов.
18. Экологические проблемы в технологии минеральных удобрений.
19. Методы переработки азотнокислотной вытяжки.
20. Утилизация соединений редкоземельных элементов.
21. Выделение из азотнокислотной вытяжки и утилизация нитрата кальция.
22. Источники образования твердых отходов и их классификация.
23. Утилизация отходов в процессах обогащения апатитовых руд.
24. Утилизация твердых промышленных отходов.
25. Переработка твердых отходов производств экстракционной фосфорной кислоты.
26. Основные методы утилизация фосфогипса.
27. Утилизация отходов галургической переработки сильвинитов.
28. Утилизация пиритного огарка сернокислотного производства.
29. Извлечение цветных металлов из огарков.
30. Утилизация отходов производства калийных удобрений.

6.2.2. Примерные тестовые задания

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Твердым отходом в производстве экстракционной фосфорной кислоты является...	1. оксид кремния; 2. фосфогипс; 3. кремнефторид натрия; 4. феррофосфор
2.	Удаляемый из печи феррофосфор содержит ... % P	1. 5 – 10; 2. 15 – 28; 3. 30 – 45; 4. 50 – 60
3.	При электротермическом получении фосфора в качестве флюса используют ...	1. фосфогипс; 2. кремнезем; 3. известняк; 4. доломит
4.	В условиях получения ЭФК с концентрацией 30 – 32 % P ₂ O ₅ отходом является...	1. полугидрат; 2. гипс; 3. ангидрит; 4. дикальцийфосфат
5.	Для отделения фосфорной кислоты от фосфогипса применяются ... фильтры	1. карусельные; 2. барабанные; 3. патронные; 4. дисковые
6.	Отходы фосфогипса в промышленности ...	1. частично используются; 2. широко используются; 3. перерабатывают в фосфор; 4. не используются
7.	Наиболее распространенным является ... способ получения экстракционной фосфорной кислоты	1. ангидритный; 2. полугидратно-дигидратный; 3. дигидратный; 4. полугидратный;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
8.	Выход сухого фосфогипса на единицу фосфата	1. кратность циркуляции; 2. гипсовое число; 3. коэффициент извлечения; 4. коэффициент отмывки
9.	Нежелательными примесями колчедана являются ...	1. CuFeS ₂ , CuS; 2. CaCO ₃ , SiO ₂ ; 3. FeAsS, CaF ₂ ; 4. ZnS, PbS;
10.	Окончательная очистка газа от тумана серной кислоты и мышьяка осуществляется в...	1. сушильной башне; 2. моногидратном абсорбере; 3. мокрых электрофилтрах; 4. промывной башне
11.	Основное количество селена осаждается в ...	1. котле-утилизаторе; 2. циклоне; 3. первой промывной башне; 4. второй промывной башне
12.	В системах ДК/ДА обеспечивается степень окисления SO ₂ до ... %	1. 95,0-95,5; 2. 96,0-97,0; 3. 98,0-98,5; 4. 99,5-99,7
13.	Недостатком получения серной кислоты методом ДК/ДА является...	1. низкая степень контактирования; 2. увеличение числа слоев катализатора; 3. низкая степень абсорбции; 4. увеличение теплообменной поверхности
14.	Для получения из фосфогипса серной кислоты необходимо ...	1. провести процесс восстановления гипса; 2. термически разложить гипс; 3. провести процесс окисления гипса; 4. провести процесс спекания гипса с SiO ₂
15.	В процессе обогащения апатита образуются крупнотоннажные отходы, содержащие глинозём:	1. алуниты; 2. нефелины; 3. бокситы; 4. доломиты
16.	Феррофосфор является отходом ...	1. сернокислотного производства; 2. производства ЭФК; 3. термической фосфорной кислоты; 4. производства глинозёма
17.	Каталитическое восстановление оксидов азота метаном происходит при температуре ...°С	1. 100; 2. 150-200; 3. 350; 4. 450-480
18.	В качестве восстановителя оксидов азота используется:	1. C, H ₂ , C ₂ H ₆ ; 2. CH ₄ , CO, H ₂ ; 3. CH ₄ , C ₃ H ₈ , NH ₃ ; 4. CO, CO ₂ , C ₆ H ₆
19.	Селективное каталитическое восстановление оксидов азота происходит по реакции ...	1. 8NO + 2NH ₃ → 5N ₂ O + 3H ₂ O; 2. 4NO + 4NH ₃ + O ₂ → 4N ₂ + 6 H ₂ O; 3. 5NO ₂ + 2NH ₃ → 7NO + 3H ₂ O; 4. 6NO + 4NH ₃ → 5N ₂ + 6H ₂ O

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
20.	Наиболее мелкие частицы улавливаются в ...	1. пенных аппаратах; 2. пылеуловителях инерционного типа; 3. электрофильтрах; 4. жалюзийных пылеуловителях.

Вариант 2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Отходом производства ЭФК является ...	1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2. $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 4. CaCO_3
2.	Комбинированные способы производства ЭФК разработаны с целью ...	1. повышения производительности стадии фильтрации; 2. повышения производительности стадии экстракции; 3. снижения P_2O_5 в фосфогипсе; 4. получения кислоты с повышенной концентрацией P_2O_5
3.	К химическим способам переработки фосфатного сырья не относится ...	1. кислотное разложение; 2. получение фосфоритной муки; 3. термическая обработка; 4. восстановление углеродом
4.	Коэффициент отмывки гипса от фосфорной кислоты достигает ... %	1. 80-82; 2. 85-87; 3. 90-92; 4. 97-99
5.	При получении ЭФК фтористые газы ...	1. выбрасываются в атмосферу; 2. улавливаются водой и отправляются на станцию нейтрализации; 3. перерабатывают на фторсодержащие соли; 4. улавливаются водой и возвращаются на стадию разложения
6.	В условиях получения ЭФК при температуре 65–80 °С осажается ...	1. монокальций фосфат; 2. гипс; 3. полугидрат; 4. дикальцийфосфат
7.	От огарковой пыли печной газ очищается в ...	1. рукавном фильтре; 2. пенном аппарате; 3. циклоне; 4. насадочном абсорбере
8.	Степень выноса огарка из кипящего слоя при оптимальных условиях работы достигает ...%	1. 30; 2. 40; 3. 60; 4. 90
9.	После сухой очистки запыленность обжигового газа не должна превышать ... г/м^3	1. 0,1-0,2; 2. 1,0-2,0; 3. 2,0-5,0;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. 5,0-10;
10.	Получение серной кислоты методом ДК/ДА применяется с целью ...	1. снижения выбросов SO ₃ в атмосферу; 2. снижения теплообменной поверхности; 3. повышения степени абсорбции; 4. уменьшения числа слоев катализатора;
11.	Степень абсорбции SO ₃ в моногидратном абсорбере при составляет ...%	1. 92; 2. 96; 3. 98,0; 4. 99,9
12.	Улавливание наиболее мелких твердых частиц возможно в ...	1. насадочных скрубберах; 2. скрубберах Вентури; 3. центробежных скрубберах; 4. барботажных скрубберах
13.	Под действием центробежной силы осуществляется очистка газов от пыли в ...	1. электрофильтрах; 2. жалюзийных пылеуловителях; 3. циклонах; 4. полых скрубберах
14.	При мокрой очистке от пыли газы эффективно очищаются от частиц размером не менее ... мкм	1. 1 – 2; 2. 3 – 5; 3. 10 – 20; 4. 40 – 50
15.	Рукавные фильтры целесообразно использовать для очистки от пыли газов ...	1. влажных; 2. содержащих мелкодисперсные частицы; 3. сильно запыленных; 4. горячих
16.	Для очистки от туманов не пригодны ...	1. электрофильтры; 2. скрубберы; 3. пенные аппараты; 4. рукавные фильтры
17.	При тонкой очистке газов малоэффективным аппаратом является ...	1. пенный аппарат; 2. рукавный фильтр; 3. пылеосадительная камера; 4. барботажный пылеуловитель
18.	Эффективное улавливание мелких твердых частиц обеспечивают ...	1. пылеосадительные камеры ; 2. циклоны; 3. жалюзийные пылеуловители; 4. электрофильтры
19.	Из газовой фазы CO ₂ извлекают ...	1. водой; 2. моноэтаноламином; 3. магнезитом; 4. содовыми растворами
20.	Фторсодержащие газы улавливаются в ...	1. скрубберах; 2. циклонах; 3. электрофильтрах; 4. адсорберах

Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
-------	--------	-----------------

1	2	3
1.	В условиях получения ЭФК с концентрацией 45– 48 % P_2O_5 ... осаждаются	1. ангидрит; 2. гипс; 3. полугидрат; 4. дикальцийфосфат
2.	В производстве ЭФК дигидратным способом коэффициент отмывки фосфогипса достигает ...%	1. 80-82; 2. 85-87; 3. 90-92; 4. 97-99
3.	При разложении апатитового концентрата гипсовое число равно ...	1. 0,8; 2. 1,6; 3. 2,4; 4. 3,2
4.	Для отделения ЭФК от фосфогипса наиболее широко применяется ... фильтр	1. барабанный; 2. карусельный; 3. рамный; 4. дисковый
5.	Конверсию нитрата кальция в $CaCO_3$ проводят:	1. CO_2 и NH_3 ; 2. Na_2CO_3 ; 3. $MgCO_3$; 4. K_2CO_3
6.	Содержащийся в фосфатном сырье Sr выделяют на стадии:	1. расплава нитрата кальция; 2. азотнокислотного разложения сырья; 3 на стадии кристаллизации $Ca(NO_3)_2$; 4. на стадии карбонизации $Ca(NO_3)_2$
7.	Отходом содовой промышленности является ...	1. раствор $CaCl_2$; 2. раствор NH_4Cl ; 3. раствор Na_2SO_4 ; 4. $CaSO_4 \cdot 0,5 H_2O$
8.	Стронцевый концентрат содержит ... % Sr	1. 10; 2. 20; 3. 30; 4. 40
9.	Мышьяк присутствует в обжиговом газе в виде ...	1. $FeAsS$; 2. As_2O_5 ; 3. As_2O_3 ; 4. AsH_3
10.	Содержание огарка в газе после печи КС... г/м ³	1. 8-12; 2. 20-30; 3. 50-100; 4. 150-300
11.	Токсичные отходы ...	1. вывозятся на открытую площадку; 2. складироваться в контейнеры; 3. сбрасываются в подземные пустоты; 4. складироваться в шламонакопителях
12.	Основная масса твёрдых промышленных отходов образуется на предприятиях ... промышленности	1. металлургической; 2. нефтедобывающей ; 3. горно-химической; 4. химической
13.	Отвалы разработок полезных ископаемых являются ...	1. отходом; 2. ценным сырьём;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. пустой породой; 4. вторичным продуктом
14.	Пиритный огарок по своему химическому составу представляет	1. FeS ₂ ; 2. Fe ₂ O ₃ ; 3. FeS ₂ · CuS; 4. Fe ₂ O ₃ · ZnS
15.	При переработке отходящих газов производств фосфорных удобрений получают ...	1. Na ₂ CO ₃ ; 2. H ₂ SiF ₆ ; 3. (NH ₄) ₂ SO ₄ ; 4. H ₂ SO ₄
16.	Продукционная кремнефтористоводородная кислота содержит ... % H ₂ SiF ₆	1. 2 – 4; 2. 10 – 12; 3. 30 – 32; 4. 45 – 48
17.	Высокая эффективность мокрой очистки газов от пыли достигается в ...	1. скрубберах Вентури; 2. полых скрубберах; 3. насадочных скрубберах; 4. центробежных скрубберах
18.	Уменьшение радиуса циклона приводит к ...	1. уменьшению степени очистки; 2. снижению производительности; 3. уменьшению фактора разделения; 4. снижению гидравлического сопротивления
19.	Степень очистки газа в рукавных фильтрах составляет ... %	1. 60 – 75; 2. 80 – 90; 3. 85 – 95; 4. 98 – 99
20.	Для отделения трудноулавливаемой пыли и туманов используют ...	1. рукавные фильтры; 2. пластинчатые электрофильтры; 3. трубчатые электрофильтры; 4. батарейные циклоны

2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Примерная шкала оценивания знаний при тестовой форме:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных 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	Иногда находит решения предусмотренных	Уверенно находит решения	Безошибочно находит решения

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
предусмотренных программой обучения заданий	программой обучения заданий	предусмотренных программой обучения заданий	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

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий зачета:

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение не менее 85 % лекционных 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 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. Ларичев, Т.А. Утилизация, переработка и захоронение промышленных отходов. Опорные конспекты [Электронный ресурс]/ Т.А. Ларичев. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2013. - 80 с.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232762>

2. Романова, С.М. Процессы, аппараты и оборудование для защиты литосферы от промышленных и бытовых отходов [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. - 144 с.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=2603283>.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Ветошкин, А.Г. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы): учебное пособие / А.Г. Ветошкин, К.Р. Таранцева. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 362 с.

<http://znanium.com/catalog/product/429200>

2. Оборудование, сооружения, основы проектирования химико-технологических процессов защиты биосферы от промышленных выбросов [Текст] : учеб. пособие / А. И. Родионов [и др.]. - М. : Химия, 1985. - 352 с.

3. Перегудов, Ю.С. Комплексное использование сырья и утилизация отходов [Электронный ресурс] : сборник задач : учебное пособие / Ю.С. Перегудов, О.А. Козадерова, С.И. Нифталиев. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. - 73 с.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488016>.

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.

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 GB – 16 шт.

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)