

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пушаровский/
« ____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Промышленная экология

Автор-составитель: Кузин Е.Н.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологическая геология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель - приобретение обучающимися знаний в области организации малоотходных промышленных производств на основе методов обезвреживания твердых, жидких и газообразных загрязняющих веществ.

Задачи:

- приобретение студентом знаний и навыков, необходимых для принятия обоснованных решений как в части организации производств, так и в части обеспечения природоохранных мероприятий;
- закрепление знаний по фундаментальным наукам и применение их в практической деятельности в области геоэкологии.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, обязательная, курс – IV, семестр – 8.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Основы неорганической химии», «Основы геоэкологии».

Дисциплина необходимо в качестве предшествующей для дисциплин магистерской программы «Экологическая геология», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично),

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: основы химических технологий производств с позиций их воздействия на окружающую среду.

Уметь: анализировать данные по источникам выбросов (сбросов) загрязняющих веществ; выделять приоритетные загрязняющие вещества и источники их выбросов (сбросов); проводить оценку природоохранных мероприятий по нормативам предельно допустимых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ с учетом экономической целесообразности их применения.

Владеть: навыками сравнительного анализа при составлении принципиальных схем по очистке выбросов (сбросов) промышленных производств с целью минимизации их воздействия на окружающую среду.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **3** з.е., в том числе **48** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем: **22** часа – занятия лекционного типа, **22** часа – занятия семинарского типа, **4** часа – промежуточная аттестация и групповая консультация, **14** часов – подготовка к промежуточной аттестации, **48** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Иерархическая организация производственных процессов; критерии оценки эффективности производства; общие закономерности производственных процессов. Понятие эколого-экономической системы.		2		2	4	Выполнение самостоятельного задания, 4 часа
Раздел 2. Сырьевая база и основы технологий производства основных продуктов химической отрасли. Анализ экологической опасности производств и методы обезвреживания сбросов и выбросов.		12		14	26	Выполнение 4-х самостоятельных заданий, подготовка к контрольным работам, 30 часов
Раздел 3. Экологические аспекты смежных с химической технологией производств.		6		4	10	Выполнение 2-х самостоятельных заданий, подготовка к контрольным работам, 12 часов
Раздел 4. Основные направления организации малоотходных технологических производств.		2		2	4	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						16
Итого	108			44		64

Содержание разделов дисциплины:

Введение. Современное состояние и перспективы развития малоотходных технологий. Предмет промышленной экологии. Особенности предмета, отличающие курс от классической экологии.

Раздел 1. Иерархическая организация производственных процессов; критерии оценки эффективности производства; общие закономерности производственных процессов. Понятие эколого-экономической системы.

Понятие малоотходного и безотходного производства. Основные критерии и принципы создания малоотходных производств; комплексное использование ресурсов, цикличность материальных потоков, ограничение воздействия производства на окружающую среду. Рациональное использование энергии в производстве. Организация замкнутых циклов в производстве. Материальные и энергетические балансы предприятий, комплексное использование сырья и энергии. Ранжирование загрязняющих веществ. Учет нормирования (государственного и регионального) нагрузки на окружающую среду при организации малоотходного производства.

Формирование эколого-экономических систем.

Раздел 2. Сырьевая база и основы технологий производства основных продуктов химической отрасли. Анализ экологической опасности производств и методы обезвреживания сбросов и выбросов.

2.1. Объемы производства серной кислоты в мире и в РФ. Сырьевая база производства серной кислоты - самородная сера, пирит, сероводород, отходящие газы цветной металлургии. Фраш-процесс, Клаус-процесс, обжиг пирита и руд цветных металлов. Контактный способ производства кислоты. Технологические особенности процессов окисления диоксида серы, полученного из различных видов сырья. Энерго- и ресурсоэффективность процессов получения серной кислоты из пирита и сероводорода. Источники образования, объемы выбросов и сбросов в технологиях получения серной кислоты. Твердые отходы производства серной кислоты из пирита и возможные методы их утилизации. Контроль выбросов в контактном способе производства серной кислоты. Основные методы обращения с выбросами SO₂. Нейтрализация сточных вод производства серной кислоты. Регенерация отработанной серной кислоты.

2.2. Объемы производства фосфорной кислоты в мире и РФ. Сырьевая база производства кислоты в РФ. Загрязнение гидросферы в ходе флотации апатит-нефелиновых руд. Технологии получения экстракционной фосфорной кислоты, суперфосфата, двойного суперфосфата и комплексных минеральных удобрений на основе фосфорной кислоты. Загрязнение атмосферного воздуха соединениями фтора и методы борьбы с ним. Загрязнение литосферы твердым продуктом производства кислоты, методы обращения с фосфогипсом. Нейтрализация сточных вод производств кислоты и фосфорсодержащих удобрений.

2.3. Объемы производства и сырьевая база производства азотной кислоты. Технология синтеза аммиака – метод Хабера-Боша. Сбросы и выбросы в производстве аммиака, методы обращения с ними. Технология производства азотной кислоты из аммиака. Понятие продувочного газа. Организация цикличного производства.

2.4. Сырьевая база производства щелочей (NaOH, KOH) и объемы их производства в РФ. Экологические аспекты добычи солей и предварительная подготовка рассолов для электрохимического получения щелочей и хлора. Особенности получения щелочей в диафрагменных, ртутных и мембранных электролизерах и связанные с ними технологии обезвреживания выбросов и сбросов. Проблема «белых морей».

Раздел 3. Экологические аспекты смежных с химической технологией производств.

3.1. Организация нефте- и газодобычи в РФ - экологические аспекты бурения и эксплуатации газовых и нефтяных месторождений. Попутный нефтяной газ. Образование отходов при извлечении нефти из нефтеносных песков. Обессоливание нефтей и

транспортировка газовых и нефтяных потоков. Методы обращения с нефтезагрязненными водами и нефтешламами.

3.2. Целлюлозно-бумажная промышленность России. Традиционные сырьевые и энергетические ресурсы отрасли и современные тенденции в организации малоотходного производства бумаги. Крафт процесс – как пример регенерации энергии и материалов. Отбеливание бумажной массы и сопутствующие процессу экологические проблемы. Анализ жизненного цикла бумаги с позиций энерго- и ресурсосбережения.

3.3. Российский алюминий на мировом рынке. Сырьевая база и технология получения глинозема по методу Байера. Красный шлам. Электрохимическое получение металлического алюминия. Загрязнение атмосферного воздуха фторсодержащими соединениями, образование аэрозолей. Методы минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Энерго- и ресурсосберегающие приемы в производстве металлического алюминия.

3.4. Объемы производства и сырьевая база производства чугуна и стали. Приоритетные загрязняющие вещества в производстве металлов. Новейшие технологии энерго- и ресурсосбережения в черной и цветной металлургии.

Раздел 4. Основные направления организации малоотходных технологических производств.

Новые технологии в ресурсо- и энергосбережении, внедрение современных методов нейтрализации выбросов и сбросов в практику охраны окружающей среды (мембранные технологии, метод суперкритического окисления, биотехнологические методы).

Содержание семинаров.

Семинарские занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, на формирование способности применять теоретические знания в практической деятельности.

Примерный перечень семинарских занятий

Раздел	Темы семинарских занятий
1	Технологические параметры и критерии эффективности производственного процесса. Экологические показатели
2	Использование отходящих газов переработки пиритных руд цветных металлов для производства серной кислоты
2	Комплексная переработка нефелина. Ограничения и достоинства
2	Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии синтеза аммиака и азотной кислоты
2	Производство мочевины и калийных удобрений
2	Теоретические основы электрохимического производства. Повышение энергоэффективности в процессах электрохимического получения щелочей и хлора.
3	Комплексная схема переработки древесного сырья, процессы добычи углеводов
3	Организация системы обезвреживания отходов на примере нефтеперерабатывающего завода
4	Современные технологические приемы организации малоотходных технологий

Самостоятельная работа.

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 64 акад. часов, в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних заданий. Материалы заданий для самостоятельной работы приведены ниже.

Примеры заданий к семинарским занятиям:

К занятию по теме: «Технологические параметры и критерии эффективности производственного процесса. Экологические показатели».

Порядок выполнения задания:

- 1) - привести основные технологические показатели процесса на примере производства серной кислоты;
- 2) - продемонстрировать влияние технологических параметров на экологические показатели процесса;
- 3) - охарактеризовать процесс с точки зрения энерго- и ресурсосбережения;

Задание 1. Производство серной кислоты из серы Астраханского газоконденсатного месторождения

К занятию по теме: «Использование отходящих газов переработки пиритных руд цветных металлов для производства серной кислоты».

Порядок выполнения задания:

- 1) проанализировать сырьевую базу цветных металлов в РФ;
- 2) проанализировать возможности регенерации сернистого газа при переработке пиритных руд;
- 3) на основе проведенного анализа обосновать возможность (невозможность или несвоевременность) организации производства серной кислоты предприятием по производству цветных металлов;

Задание 1. Предложить схему производства серной кислоты ЗАО «Норильский никель»

К занятию по теме: «Комплексная схема переработки древесного сырья, процессы добыча углеводородов»

Часть 1. Порядок выполнения задания

- 1) изучить теоретический материал по технологии производства крафт-целлюлозы из древесного сырья;
- 2) рассмотреть альтернативную сырьевую базу для производства крафт-целлюлозы;
- 3) рассмотреть возможные способы производства отбеленной целлюлозы;

Задание 1. Предложить принципиальную схему очистки сточных вод при получении небеленой целлюлозы и укажите возможные пути регенерации загрязняющих веществ.

Часть 2. Порядок выполнения задания

- 1) используя литературные данные и интернет найти сведения о составе промышленного природного газа
- 2) проанализировать влияние примесных компонентов природного газа на его качество.
- 3) проработать, используя литературные источники и интернет-ресурсы, возможности очистки природного газа;
- 4) проанализировать возможность получения из выделенных компонентов побочных продуктов производства

Задание 1. Предложить принципиальную схему подготовки газа Астраханского газоконденсатного завода перед отправкой потребителю.

К занятию по теме: «Комплексная переработка нефелина. Ограничения и достоинства».

Порядок выполнения задания (групповой проект):

- 1) оценить сырьевые запасы нефелина в РФ и охарактеризовать его состав и свойства;
- 2) представить схему комплексной переработки нефелина;
- 3) рассчитать (ориентировочно) объемы возможных побочных продуктов на 1 тонну

экстракционной фосфорной кислоты;

- 4) на основе анализа полученных результатов сделать вывод о целесообразности создания территориально-промышленного комплекса;

Задание 1. Рассмотреть предложенные решения применительно к производству апатитового концентрата с учетом территориальных и климатических условий Кольского полуострова.

К занятию по теме: «Производство мочевины и калийных удобрений».

Порядок выполнения задания (групповой проект)

- 1) охарактеризовать сырьевую базу туковой промышленности в РФ;
- 2) проанализировать номенклатуру выпускаемых в РФ минеральных удобрений;
- 3) привести принципиальные схемы получения калийных, азотных, фосфорных и комплексных удобрений в РФ;
- 4) охарактеризовать традиционные методы обращения с жидкими и газообразными отходами на предприятиях туковой промышленности;

Задание 1. Рассмотреть принципиальные схемы получения сульфата калия и мочевины и схемы обезвреживания образующихся сбросов и выбросов.

К занятию по теме: «Теоретические основы электрохимического производства. Повышение энергоэффективности в процессах электрохимического получения щелочей и хлора.»

Порядок выполнения задания

- 1) на основе литературных и интернет-источников сравнить энергоэффективность ртутных, диафрагменных и мембранных электролизеров при получении едкого натра;
- 2) охарактеризовать загрязнение окружающей среды при использовании ртутных электролизеров;
- 3) проработать теоретический материал по методам очистки сточных вод в производстве едкого натра в электролизерах различного типа;

Задание 1. - проанализировать перспективные технологии и методы усовершенствования существующих технологий в интересах ресурсо- и энергосбережения предприятий по производству щелочей и хлора.

К занятию по теме «Организация системы обезвреживания отходов на примере нефтеперерабатывающего завода»

Порядок выполнения задания

- 1) рассмотреть принципиальную технологическую схему предприятия и выделить основные производственные узлы;
- 2) выделить приоритетные источники загрязнения и загрязняющие вещества;
- 3) рассмотреть возможные способы обезвреживания газообразных выбросов;

Задание 1. Предложите принципиальную схему очистки сточных вод нефтеперерабатывающего завода и укажите возможные пути регенерации загрязняющих веществ.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных самостоятельных заданий путем проведения контрольных работ.

Темы контрольных работ:

Работа №1. Производство серной и фосфорной кислот.

Вариант № 1.

1. Опишите технологию переработки пиритных огарков с целью выделения из них меди, указав основные химические превращения.
2. Основным сырьем для производства серной кислоты в РФ в настоящее время является... Приведите реакции, обеспечивающие получение сернистого газа по данной технологии. Укажите основные источники загрязнения окружающей среды при производстве сернистого газа и методы борьбы с ними.

Вариант № 2

1. Приведите блок-схему процесса переработки фосфогипса в цемент и серную кислоту. Укажите химические превращения, сопровождающие этот процесс. Каковы ограничения реализации этого процесса в промышленности?
2. Приведите блок-схему синтеза фосфорной кислоты из апатит-нефелиновых руд. Обозначьте источники загрязнения окружающей среды и назовите основные загрязняющие вещества. Какие методы применяются для борьбы с загрязнением окружающей среды?

Работа №2. Производство аммиака и азотной кислоты.

Вариант № 1.

1. Приведите блок-схему производства азотной кислоты окислением аммиака, указав источники загрязнения окружающей среды и перечислив основные методы борьбы с этими загрязнениями.
2. Приведите основные методы очистки отходящих газов от оксидов азота.

Вариант № 2.

1. Проанализируйте влияние температуры и давления на выход целевого продукта в технологии синтеза аммиака. Приведите значения этих параметров в современных промышленных процессах синтеза
2. Охарактеризуйте сырьевую базу синтеза аммиака. Обоснуйте с позиций энерго- и ресурсосбережения наиболее экономичный и экологичный способ получения синтез-газа

Работа № 3. Производство щелочей, хлора и соды.

Вариант № 1

1. Какие отходы сопровождают процесс получения щелочи в ртутных электролизерах? Каковы способы обращения с ними?
2. Сравните способы получения хлорида калия методами подземного растворения и пенной флотации с точки зрения их воздействия на окружающую среду. Укажите способы минимизации этого воздействия.

Вариант № 2

1. Какие отходы образуются при реализации диафрагменного метода получения щелочи, каковы способы минимизации их воздействия на окружающую среду?
2. Что такое галитовые моря? В какой технологии образуется этот отход? Приведите блок-схему процесса с обязательным указанием других образующихся отходов.

Работа № 4. Экологические аспекты нефтедобычи и транспортировки нефти. Целлюлозно-бумажная промышленность как пример организации энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Вариант № 1

1. Опишите процесс подготовки древесной массы, предварающий ее варку, и возникающие при этом экологические проблемы
2. Что такое электрообессоливающие установки? Какие отходы образуются при их работе и каковы методы обращения с этими отходами?

Вариант 2

1. Опишите процесс варки древесины в Крафт-процессе и возникающие при этом отходы
2. Что такое буровой раствор? Методы обращения с буровыми растворами

Работа № 5. Экологические аспекты черной и цветной металлургии.

Вариант № 1

1. Что такое «красный шлам». Обращение с «красными шламами».
2. Охарактеризуйте источники загрязнения окружающей среды в доменном процессе

Вариант 2

1. Укажите экологические проблемы, возникающие при производстве алюминия из глинозема и способы их решения.
2. Проанализируйте экологические проблемы, возникающие при производстве доменного кокса

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Основные экологические проблемы производства апатитового концентрата и пути их решения.
2. Белый, черный и зеленый щелок в Крафт-процессе. Образование и обращение с ними.
3. Основные методы очистки отходящих газов от твердых частиц и аэрозолей. Приведите примеры производств, в которых возникает такая необходимость.
4. Основные экологические проблемы производства фосфорной кислоты и пути их решения.
5. Основные способы получения сырья для синтеза аммиака. Экологические аспекты.
6. Приведите примеры реагентной очистки сточных вод различных производств.
7. Экологические проблемы и пути их решения в производстве едкого натра и хлора в диафрагменных и мембранных электролизерах.
8. Сравните различные методы очистки отходящих газов от оксидов азота. Приведите примеры производств с указанными выбросами
9. Экологические аспекты производства соды
10. Экологические проблемы и пути их решения в производстве едкого натра и хлора в ртутных электролизерах.
11. Сравните различные методы очистки отходящих газов от оксидов серы. Приведите примеры химико-технологических производств, в которых возникает такая необходимость.
12. Приведите примеры биологической очистки сточных вод различных производств.
13. Основные экологические проблемы и пути их решения в производстве хлорида натрия.
14. Экологические аспекты нефтедобычи.
15. Экологические проблемы производства алюминия
16. Основные методы и экологические аспекты получения отбеленной целлюлозы
17. Основные экологические проблемы и пути их решения в производстве серной кислоты из пирита и серы.
18. Флотационные методы в химико-технологических производствах. Приведите конкретные примеры, указав возникающие при этом экологические проблемы
20. Энерго- и ресурсосбережение в процессах подготовки древесного сырья

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основы химических технологий производств с позиций их воздействия на окружающую среду; основные методы обращения с техногенными загрязняющими веществами	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: анализировать данные по источникам выбросов (сбросов) загрязняющих веществ; выделять приоритетные загрязняющие вещества и источники их выбросов (сбросов); проводить оценку природоохранных мероприятий по нормативам предельно допустимых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и экономической целесообразности их применения;	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности неприципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение	Успешное умение
Владения: навыками сравнительного анализа при составлении принципиальных схем по очистке выбросов (сбросов) промышленных производств с целью минимизации их воздействия на окружающую среду.	Навыки отсутствуют	Наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки	Владение навыками, использование их для решения профессиональных задач.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Братчиков Г.Г., Братчикова И.Г. Промышленная экология: учебник в 2 ч. Ч. 1. Охрана атмосферы. // М., Рос. ун-т дружбы народов, 2014, 519 с.

Братчиков Г.Г., Братчикова И.Г. Промышленная экология: учебник в 2 ч. Ч. 2. Охрана гидросферы // М., Рос. ун-т дружбы народов, 2017, 567 с.;

Грушко М.П., Мелякина Э.И., Волкова И.В., Зайцев В.Ф. Прикладная экология: учеб. пособие. // СПб., Лань, 2018, 264 с.

Калыгин В.Г. Промышленная экология: учебник. // М., Академия, 2019, 365 с.

- дополнительная литература:

Ксенофонтов Б.С. Павлихин Г.П., Симакова Е.Н. Промышленная экология: учеб. пособие для студентов вузов. // М., Форум, ИНФРА-М, 2013, 207 с.

Гутенев В.В. и др. Промышленная экология: учеб. пособие для студентов вузов. Под ред. В.В.Денисова // Ростов н/Д., МарТ, 2007, 719 с.

Акинин Н.И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учеб. пособие для студентов вузов. // Долгопрудный, Интеллект, 2011, 310 с.

Зайцев В.А. Промышленная экология: учеб. пособие для студентов вузов. // М., БИНОМ, Лаб. знаний, 2012, 382 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ:

Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Федеральный образовательный портал. «Открытое образование» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://openedu.ru/>
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/>
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>
4. ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fero.i-exam.ru/>

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы: специализированное лицензионное программное обеспечение не требуется.

Д) Материально-технического обеспечение: - персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Гричук Д.В., Кузин Е.Н.

11. Автор (авторы) программы – Кузин Е.Н.