

Министерство образования и науки
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Отделение естественных наук и природных ресурсов
Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 11 7D 78 67 C2 66 A3 34 B2 CE 4F 9A FD E9 38 84 E5 28 4A 09
Владелец: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого»
Действителен: с 08.07.2021 до 08.10.2022

Утверждаю"
Директор ИСХПР
А.М. Козина
2017 г.
"12" *сентября*

**ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА
ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Дисциплина для специальности
04.05.01 – «Фундаментальная и прикладная химия»

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УМО ИСХПР

Дан Л.Б.Даниленко

"05" *сентября* 2017 г.

Принята на заседании кафедры ФПХ

Зав. кафедрой ФПХ

Зыкова И.В.Зыкова

"06" *июня* 2017 г.

Протокол № 10

Разработали:

Доцент кафедры ФПХ

Летенкова И.В.Летенкова

"5" *июня* 2017 г.

Ст. преподаватель кафедры ФПХ

Олисова Г.Н.Олисова

"5" *июня* 2017 г.

Великий Новгород
2017

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Цели учебного модуля:

1. формирование *базовых понятий экологической химии*;
2. формирование системы знаний о методах предотвращения загрязнения окружающей среды явлениях природы,
3. формирование системы знаний об инженерных методах и средствах защиты окружающей среды как группы *методов борьбы с загрязнением окружающей среды*.

Задачи учебного модуля:

1. изучение принципов и направлений создания малоотходных и безотходных технологий; возобновляемых источников энергии (ВИЭ);
2. изучение методов очистки промышленных выбросов и стоков;
3. изучение методов обработки осадков сточных вод;
4. изучение методов обезвреживания и утилизация твердых промышленных отходов;
5. изучение методов и средств снижения

2 МЕСТО УЧЕБНОГО МОДУЛЯ В СТРУКТУРЕ ОП СПЕЦИАЛЬНОСТИ 04.05.01 – «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

Учебный модуль «Инженерные методы и средства защиты окружающей среды» входит в вариативную часть учебного плана специальности 04.05.01 – «Фундаментальная и прикладная химия» и является модулем по выбору.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении неорганической химии, экологической химии, физической химии, химической технологии, процессов и аппаратов химической технологии.

В процессе изучения курса «Инженерные методы и средства защиты окружающей среды» студенты готовятся к прохождению предквалификационной практики.

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

ПК-9:

– *владение базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков;*

ДПК-14:

– *владение базовыми знаниями конструкций основных процессов и аппаратов химических производств, умением проводить основные расчеты параметров аппаратов, составлять материальные и тепловые балансы отдельных аппаратов и стадий химических производств.*

В результате освоения УМ на повышенном уровне студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-9	Повышенный	<ul style="list-style-type: none"> – цели, основные задачи и приоритетные направления и методы обеспечения экологической безопасности; – основные принципы организации малоотходных технологий; – преимущества и недостатки использования возобновляемых источников энергии; – основные методы очистки пылегазовых выбросов от пыли и газообразных загрязнителей; – основные методы очистки сточных вод от взвешенных частиц, неорганических и органических загрязнителей; – основные способы обезвреживания и утилизации твердых промышленных отходов; – схемы аппаратов и устройств, применяемых в процессах очистки пылегазовых выбросов и сточных вод. 	<ul style="list-style-type: none"> – предложить наиболее эффективную схему очистки пылегазовых выбросов известного состава; – предложить наиболее эффективную схему очистки сточных вод известного состава; – выбрать наиболее эффективный способ обезвреживания твердых отходов известного состава; – выполнять типовые расчеты технических характеристик аппаратов для очистки газовых выбросов; – выполнять типовые расчеты технических характеристик аппаратов и сооружений для очистки сточных вод. 	<ul style="list-style-type: none"> – терминологией модуля; – методикой типовых расчетов на основе материальных балансов процессов защиты ОС; – комплексом мер для повышения защищенности среды обитания от негативных влияний химических веществ и химических объектов

В результате освоения УМ на повышенном уровне студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ДПК-14	Повышенный	<ul style="list-style-type: none"> – методику выбора аппарата и расчета процесса в нем; – основные процессы и аппараты, предназначенные для защиты ОС. 	<ul style="list-style-type: none"> – произвести выбор типа реактора и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса. 	<ul style="list-style-type: none"> – методами анализа процессов в химических реакторах, – методами выбора химических реакторов.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		9	
Полная трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ), в т.ч.:	4	4	ПК-9, ДПК-14
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):			
– лекции	18	18	
– практические занятия	36	36	
– в т.ч. аудиторная СРС	18	18	
– внеаудиторная СРС	54	54	
Аттестация: экзамен	36	36	
Итого	144	144	

4.2 Содержание теоретического курса

1 Стратегия экологической безопасности РФ

Цели, основные задачи и приоритетные направления в сфере обеспечения экологической безопасности. Методы обеспечения экологической безопасности. Инженерно-технические методы. Концепция безотходной технологии. Малоотходная технология – этап на пути создания безотходной технологии. Наилучшие доступные технологии.

2. Возобновляемые источники энергии – инструменты снижения уровня глобальных угроз (изменения климата и истощения природных ресурсов)

Классификация ВИЭ. Солнечная энергия. Оценка потенциала солнечной энергетики. Ветровая энергия. Технический ветровой потенциал территории. Гидроэнергетический потенциал водотоков региона. Бесплотинные ГЭС в микрогидроэнергетике. Получение энергии из растительной биомассы. Наиболее перспективные направления генерирования энергии из биомассы.

3 Инженерные методы защиты воздушного бассейна

3.1 Мероприятия по предотвращению образования выбросов в атмосферу: технологические мероприятия, улавливание и очистка вредных выбросов, контроль за выбросами, организационно-технические мероприятия, планирование охраны атмосферного воздуха.

3.2 Очистка пылегазовых выбросов от пыли

Параметры процесса пылеулавливания: степень очистки, объемный расход отходящих газов, скорость газового потока, гидравлическое сопротивление оборудования, физико-химические свойства пыли. Рекуперация пылей.

Установки для сухой очистки газов от пыли: гравитационные и инерционные пылеуловители. Принцип действия, область применения. Фильтры для сухой очистки газов от пыли: механизм осаждения частиц. Классификация фильтров по назначению, по типу фильтрующей перегородки. Тканевые рукавные фильтры, требования к тканям. Волокнистые фильтры для тонкой очистки газов от пыли. Фильтры с неподвижной и подвижной зернистой загрузкой. Электрофильтры.

Установки для мокрой очистки газов от пыли: полые и насадочные скрубберы, скруббер с псевдоожиженной шаровой насадкой, скруббер Вентури, аппараты ударно-инерционного типа, пенные аппараты. Туманоуловители.

3.3 Очистка газовых выбросов от газо- и парообразных примесей

Направления усовершенствования технологий и технологические приемы для предотвращения загрязнения атмосферы оксидами серы и азота.

Очистка газов методом абсорбции. Расчет массы абсорбируемого загрязнителя. Материальный баланс процесса абсорбции. Расчет расхода орошающей жидкости. Конструкции абсорберов.

Очистка газов методом адсорбции. Расчет массы адсорбируемого загрязнителя, массы адсорбента, габаритов адсорбера и теплоты адсорбции. Конструкции адсорберов.

Метод термической нейтрализации. Сжигание: условия применимости метода. Каталитический метод: требования к катализаторам, конструкции реакторов.

Методы очистки отходящих газов от оксидов азота. Окислительные методы очистки отходящих газов от оксидов азота.. Восстановительные методы очистки отходящих газов от оксидов азота.

Методы очистки отходящих газов от диоксида серы. Аммиачные методы очистки отходящих газов от диоксида серы. Сравнительная характеристика методов. Методы очистки газовых выбросов от диоксида серы, основанные на нейтрализации. Каталитические методы очистки отходящих газов от диоксида серы.

4 Инженерные методы защиты водного бассейна

4.1 Мероприятия по предотвращению образования сбросов в водоемы и водотоки: системы водоотведения с территории предприятий; системы водоснабжения с замкнутыми циклами, локальные очистные сооружения для очистки производственных сточных вод, мероприятия для обеспечения повторного использования сбросных и дренажных вод и улучшения их качества (аккумулирующие емкости, отстойники, сооружения для аэрации вод, биологические каналы и др.), обработка осадков сточных вод.

4.2 Очистка производственных сточных вод (ПСВ)

4.2.1 Сточные воды промышленных предприятий

Классификация ПСВ. Факторы, влияющие на состав сточных вод. Физико-химические показатели ПСВ. Сравнительная характеристика методов очистки ПСВ: цели и области применения. Особенности канализации промышленных предприятий. Выбор системы и схемы канализации. Схемы канализации промышленных предприятий. Условия выпуска ПСВ в городскую канализацию и в водоемы.

4.2.2 Механическая очистка ПСВ

Механическая очистка производственных сточных вод (ПСВ). Типовая схема механической очистки ПСВ. Механическая очистка ПСВ под действием гравитационных сил и сил инерции. Песколовки. Отстойники: горизонтальные, вертикальные, радиальные. Материальный баланс процесса отстаивания по взвешенным частицам, по воде. Гидроциклоны. Центрифуги. Назначение аппаратов, принцип действия, недостатки и преимущества.

Фильтры для механической очистки ПСВ: сетчатые барабанные фильтры, барабанные вакуум-фильтры, фильтры с зернистой загрузкой, электромагнитные фильтры, комбинированные фильтры. Назначение аппаратов, принцип действия, недостатки и преимущества.

4.2.3 Химические методы очистки ПСВ

Нейтрализация ПСВ. Способы нейтрализации ПСВ: взаимная нейтрализация кислых и щелочных стоков, реагентная нейтрализация, нейтрализация отходящими газами, фильтрование через нейтрализующие материалы. Условия применения различных способов нейтрализации. Расчет массы образующегося осадка.

Окисление производственных сточных вод. Использование в качестве окислителей активного хлора, кислорода воздуха, озона. Особенности процесса озонирования. Озонаторы. Преимущества и недостатки перечисленных окислителей.

4.2.4 Физико-химические методы очистки ПСВ

Очистка ПСВ методом коагуляции. Флокуляция. Электрокоагуляция. Аппараты для коагуляции.

Очистка производственных СВ методом адсорбции. Область применения. Адсорберы периодического и непрерывного действия.

Очистка ПСВ методом флотации: флотация с выделением воздуха из раствора, флотация с механическим диспергированием воздуха флотация с подачей воздуха через пористые материалы, химическая и биологическая флотация. Флотационные установки. Электрофлотация. Электрофлотаторы.

Очистка ПСВ с применением мембранных технологий: краткая характеристика мембранных процессов. Области применения. Классификация мембран. Аппаратурное оформление процессов, примеры применения.

4.2.5 Биологическая очистка ПСВ

Биологическая очистка ПСВ. Сущность биологической очистки. Биологическая очистка в искусственных условиях. Влияние различных факторов на эффективность биологической очистки ПСВ.

Методы биологической очистки ПСВ в искусственных условиях. Биофильтры. Погружные биофильтры: фильтры с плоскостной загрузкой, фильтры барабанного типа. Принцип работы аэротенков. Классификации аэротенков: по гидродинамическому режиму, по нагрузке на активный ил, по способу регенерации активного ила, по способу подачи и распределения воздуха. Технологические характеристики аэротенков. Окситенки.

5 Инженерные методы защиты литосферы

5.1 Обработка осадков ПСВ

Классификация осадков, их состав и свойства. Группы методов обработки осадков. Типовые схемы обработки осадков.

Методы уплотнения осадков: гравитационное, флотационное, центробежное уплотнение. Аппараты для уплотнения осадков.

Стабилизация осадков ПСВ: анаэробное сбраживание осадков. Метантенки.

Методы кондиционирования осадков: реагентная обработка, тепловая обработка. Метод Портеуса. Метод Циммермана.

Методы обезвоживания осадков. Обезвоживание осадков ПСВ фильтрованием. Основное оборудование для фильтрования осадков. Обезвоживание осадков методом термической сушки. Конструкции сушилок.

5.2 Обезвреживание твердых промышленных отходов (ТПО)

5.2.1 Захоронение ТПО

Обработка токсичных промышленных отходов на специализированных полигонах. Методы фиксации и заключения отходов в капсулы: фиксация с помощью известковых смесей, термопластическая фиксация, фиксация в стекле. Закачка отходов в глубокие скважины: требования к закачиваемым жидким отходам, выбор мест размещения глубоких скважин.

5.2.2 Методы термического обезвреживания ТПО

Сжигание отходов. Типы инсинераторов (камер сгорания) для отходов. Сжигание в псевдоожиженном слое. Каталитические методы сжигания. Термическая переработка отходов в печи Ванюкова.

5.2.3 Утилизация твердых отходов

Утилизация макулатуры. Утилизация резинотехнических изделий. Утилизация полимерных отходов. Утилизация золошлаковых отходов.

4.3 Содержание практических занятий

№ раздела УМ	Темы практических занятий	Трудоемкость, акад. час
2	ВИЭ: Солнечная энергия. Оценка потенциала солнечной энергетики. Ветровая энергия. Малая гидроэнергетика. Получение энергии из биомассы: способы конвертирования в технически удобные виды топлива.	2
3	Сепарация пыли в гравитационных пылеуловителях. Расчет пылеосадительных камер.	2
3	Сепарация пыли в аппаратах центробежного типа. Расчет циклона методом последовательных приближений.	2
3	Расчет рукавного фильтра.	2
3	Абсорбция. Материальный баланс процесса абсорбции. Расчет средней движущей силы абсорбции.	2
3	Адсорбция. Расчет количества адсорбента, высоты слоя адсорбента.	2
4	Механическая очистка ПСВ. Упрощенный расчет горизонтальных песколовков. Материальный баланс отстойника.	2
4	Механическая очистка ПСВ. Сепарация взвешенных частиц фильтрованием.	2
4	Химические методы очистки ПСВ: нейтрализация и окисление примесей, содержащихся в ПСВ.	2
4	Физико-химические методы очистки ПСВ: коагуляция и флокуляция.	2
4	Физико-химические методы очистки ПСВ: обратный осмос	2
4	Электрохимические методы очистки ПСВ.	2
4	Биологическая очистка ПСВ. Кинетическое уравнение биохимического окисления.	4
4	Расчет технологических показателей работы аэротенков.	2
5	Обработка осадков сточных вод: стабилизация и кондиционирование.	2
5	Обработка осадков сточных вод: термическая сушка.	2
5	Утилизация твердых отходов	2

4.4 Организация изучения учебного модуля

Организация процесса изучения модуля направлена на последовательное освоение знаний и формирование необходимых умений.

Значительная часть времени, выделяемого на изучение модуля учебным планом, отводится на самостоятельную работу студентов. СРС используется для актуализации имеющихся знаний и создания мотивации к дальнейшему изучению дисциплины.

Методические рекомендации по организации изучения УМ даются в Приложении А.

5 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Контроль качества освоения студентами учебного модуля и составляющих его тем осуществляется в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества усвоения курса используются следующие формы контроля:

– **текущий** – регулярно в течение семестра (контроль выполнения аудиторных и домашних заданий, работы с источниками);

– **рубежный** – на девятой неделе семестра (предполагает использование педагогических контрольных материалов для аудиторного контроля теоретических знаний и практических умений; учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, систематичность работы);

– **семестровый** – по окончании УМ (осуществляется в форме экзамена в традиционной форме; экзаменационная оценка суммируется с баллами за весь период изучения дисциплины).

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

Вопросы к экзамену и образец экзаменационного билета представлены в Приложениях В и Г.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 25.03.2014 Протокол УС № 18 «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и Положением «О фонде оценочных средств» от 25.06.2013г.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено картой учебно-методического обеспечения (Приложение Д).

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Для проведения лекций необходима аудитория, оборудованная мультимедийными средствами для демонстрации лекций-презентаций, презентаций проектов и видеоматериалов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

- А – Методические рекомендации по организации изучения УМ
- Б – Технологическая карта УМ
- В – Экзаменационные вопросы
- Г – Форма экзаменационного билета
- Д – Карта учебно-методического обеспечения УМ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ УМ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЗАЩИТЫ ОС» для специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

Для достижения планируемых результатов изучения модуля «Технологические процессы защиты ОС» используется интегральная модель модульно-рейтинговое обучение.

Реализация данной модели осуществляется посредством определенных тактических процедур:

- лекционных (вводная лекция, лекция-презентация, проблемная лекция);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов).

При изложении теоретического содержания модуля необходимо акцентировать внимание на следующих вопросах:

1 Стратегия экологической безопасности РФ

Необходимо раскрыть понятие экологической безопасности. Рассмотреть цели, основные задачи, приоритетные направления в сфере обеспечения экологической безопасности и методы обеспечения экологической безопасности. Абсолютно безотходное производство может мыслиться лишь теоретически, поскольку законы термодинамики не позволяют полностью превращать энергию в работу, а потери вещества не могут быть нулевыми. Во введении формулируются принципы создания безотходного (малоотходного) производства как основных методов обеспечения экологической безопасности. Формулируется понятие наилучшей доступной технологии.

2. Возобновляемые источники энергии – инструменты снижения уровня глобальных угроз (изменения климата и истощения природных ресурсов)

Необходимо привести классификацию ВИЭ и подчеркнуть необходимость их разработки, охарактеризовать потенциальные возможности использования ВИЭ, рассмотреть перспективы использования местных возобновляемых природных энергоресурсов в системе энергообеспечения региона.

В нашем регионе представляется возможным использовать энергию биомассы. Растительная биомасса может конвертироваться в технически удобные виды топлива или энергию несколькими путями: получение моторного топлива из растительных углеводов, термохимическое преобразование растительной биомассы при высоких температурах (прямое сжигание для производства тепла, пиролиз, газификация), биотехнологическая конверсия растительной биомассы (анаэробное сбраживание). Наиболее перспективное направление генерирования энергии из биомассы – получение моторного топлива (биодизельное топливо, биоэтанол, биометанол и др.).

3 Инженерные методы защиты воздушного бассейна

3.1 Мероприятия по предотвращению образования выбросов в атмосферу: технологические мероприятия, улавливание и очистка вредных выбросов, контроль за выбросами, организационно-технические мероприятия, планирование охраны атмосферного воздуха.

3.2. Очистка отходящих газов от пыли

Следует привести важнейшие параметры пылеулавливания: общая эффективность очистки, объемный расход пылегазовой смеси, гидравлическое сопротивление пылеуловителя, удельная пылеемкость пылеуловителя, физико-химические характеристики пылей и ту-

манов, такие как: дисперсный состав пыли, насыпная плотность, склонность частиц пыли к слипаемости.

Следует отметить, что все пылеуловители по принципу действия можно разделить на механические и электрические.

Далее необходимо рассмотреть гравитационные пылеуловители (пылеосадительные камеры), простейшие инерционные пылеуловители (жалюзийные, ротационного типа, циклоны, вихревые), фильтры различного типа (тканевые, зернистые, керамические, электрические). Здесь рассматриваются области применения, принципы действия, принципы расчета, схемы аппаратов.

Кроме аппаратов сухой очистки от пыли широко распространены мокрые пылеуловители: полые и насадочные скрубберы, скрубберы с псевдооживленной шаровой насадкой, пенные аппараты, аппараты инерционного типа, скоростные турбулентные пылеуловители, туманоуловители. Студенты должны усвоить принципы действия этих установок, их схемы и знать области их применения.

На практических занятиях выполняются расчеты пылеосадительных камер, циклонов и рукавных фильтров.

3.3 Очистка отходящих газов от газообразных примесей

В этом подразделе прежде всего следует привести примеры усовершенствования технологий с целью предотвращения загрязнения атмосферы: замена твердого и жидкого топлива газом, прямое и косвенное обессеривание топлива, технологические приемы – связывание диоксида серы в кипящем слое частиц известняка, рециркуляция дымовых газов, двухступенчатое сжигание, рассредоточение зоны горения в объеме всей топки с целью снижения выбросов NO_x .

Затем излагаются физико-химические основы методов очистки отходящих газов от газообразных примесей. **Абсорбцию** применяют для удаления из технологических выбросов компонентов, хорошо растворимых в поглотительной жидкости. Газ и жидкость движутся противотоком для увеличения средней движущей силы процесса. Организация их контакта осуществляется таким образом, чтобы площадь поверхности раздела фаз была наибольшей. Процесс проводят в скрубберах различной конструкции.

Адсорбция основана на способности твердых тел с пористой структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси. Студенты должны знать виды адсорбции, ее количественные характеристики, уравнения простейших изотерм адсорбции, влияние различных факторов на величину удельной адсорбции.

Метод термической нейтрализации основан на способности горючих токсичных компонентов окисляться до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газовой смеси. Необходимо охарактеризовать две схемы термической нейтрализации: прямое сжигание и каталитическое окисление, указать их области применения, преимущества и недостатки.

Далее рассматривается сущность конкретных методов очистки отходящих газов от оксидов азота: **окислительных методов** (окисление NO кислородом и озоном в жидкой фазе, окисление и абсорбция NO_x жидкими окислителями, окисление NO на катализаторах), **восстановительных методов** (разложение NO_x в присутствии восстановителей, разложение NO_x путем их перевода в соединения с низкой температурой разложения), **сорбционных методов** (абсорбция NO_x водными растворами щелочей, адсорбция NO_x твердыми сорбентами).

Аналогичным образом излагается сущность методов очистки отходящих газов от диоксида серы: **аммиачных методов** (аммиачно-сернокислотного, аммиачно-азотнокислотного, аммиачно-фосфорнокислотного, аммиачно-автоклавного), **методов, основанных на нейтрализации SO_2** (содового, известкового, магнезитового, цинкового), **каталитических методов** (пирролюзитного, озono-каталитического). Дается сравнительная характеристика методов, рассматривается аппаратное оформление.

На практических занятиях решаются задачи на тему «Абсорбция»: расчет средней движущей силы процесса, расчет площади поверхности насадки, расчет массы поглощенного загрязнителя, задачи с использованием материального баланса процесса абсорбции. Кроме того, решаются задачи на тему «Адсорбция»: расчет массы поглощенного загрязнителя, расчет массы. Высоты слоя адсорбента и диаметра адсорбера.

4 Инженерные методы защиты водного бассейна

4.1 Мероприятия по предотвращению образования сбросов в водоемы и водотоки: нормирование качества поверхностных вод, выбор системы водоотведения с территории предприятий; выполнение требований к ПСВ, выпускаемым в городскую канализацию и водоёмы, внедрение системы водоснабжения с замкнутыми циклами, локальные очистные сооружения для очистки производственных сточных вод, мероприятия для обеспечения повторного использования сбросных и дренажных вод и улучшения их качества

4.2 Очистка производственных сточных вод (ПСВ)

4.2.1 Сточные воды промышленных предприятий

В этом разделе необходимо дать классификацию ПСВ, подчеркнуть, что состав сточных вод, весьма сложный и разнообразный, зависит от многих факторов: состава перерабатываемого сырья, технологического процесса производства, применяемых реагентов, выпускаемой продукции, состава исходной свежей воды, местных условий и др. Состав сточных вод характеризуется следующими показателями: содержание компонентов, специфических для данного производства, ХПК, БПК, рН, степень минерализации, содержание азота (общего), фосфатов, нефтепродуктов. Кроме того, следует дать представление о схемах канализации промышленных предприятий.

4.2.2 Механическая очистка ПСВ

Механические методы очистки применяются для выделения из сточной воды взвешенных частиц. Сепарация взвешенных частиц происходит под действием гравитационных сил (в песколовках и отстойниках), под действием инерционных сил (в гидроциклонах и центрифугах), в результате совместного проявления сил гравитации, инерции, эффекта касания, ситового эффекта (на фильтрах различной конструкции). Выбор установки для очистки от взвешенных частиц определяется прежде всего размерами самих частиц. Здесь необходимо рассмотреть принципиальные схемы перечисленных аппаратов, охарактеризовать области их применения.

Практические занятия по теме «Механическая очистка ПСВ» посвящаются расчетам песколовков (определение габаритов), отстойников (расчет производительности по сухому веществу, по сгущенной суспензии, по осветленной жидкости, расчет диаметра радиального отстойника), фильтров (расчет кинетических констант процесса фильтрования, удельного объема фильтра, площади поверхности фильтрования).

4.2.3 Химические методы очистки ПСВ

Основными методами химической очистки ПСВ являются **нейтрализация и окисление**. К окислительным методам относится также электрохимическая обработка. Предпочтение химическим методам отдается при локальной очистке ПСВ.

Необходимо рассмотреть основные способы **нейтрализации** ПСВ, подчеркнуть достоинства и недостатки каждого из них. Необходимо дать студентам представление о том, в каких аппаратах или установках осуществляются процессы нейтрализации ПСВ.

При окислении ПСВ выбор окислителя определяется их составом, а аппаратное оформление процесса – выбором окислителя. Следует наиболее подробно изложить химизм

процессов **окисления ПСВ хлором и озоном**, сравнить достоинства и недостатки этих окислителей.

Практические занятия по теме «Химическая очистка ПСВ» посвящаются расчетам соотношения объемов нейтрализующих друг друга кислых и щелочных ПСВ, расчетам остаточных концентраций загрязнителей в очищенной сточной воде (на основе представлений о произведении растворимости трудно растворимого) вещества, расчетам расхода нейтрализующего реагента и массы образующегося осадка.

4.2.4 Физико-химические методы очистки ПСВ

К физико-химическим методам очистки ПСВ относятся коагуляция, флокуляция, сорбция, флотация, экстракция, ионный обмен, обратный осмос, выпаривание, кристаллизация, магнитная обработка, а также методы, связанные с наложением электрического поля – электрокоагуляция и электрофлотация. Здесь целесообразно изложить суть тех методов, которые находят наиболее широкое распространение, – **коагуляции, флотации, сорбции, обратного осмоса.**

При рассмотрении процесса **коагуляции** студентам специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия следует напомнить строение коллоидных частиц и понятие электрокинетического потенциала. Следует перечислить важнейшие коагулянты, охарактеризовать установки для коагуляции: смесители, камеры хлопьеобразования, осветлители.

Следует подчеркнуть, что сущность процесса **адсорбции** (сорбции) компонента раствора на поверхности твердого адсорбента та же, что и при адсорбции компонента газовой смеси. Разница в том, что адсорбция из раствора является конкурентной, и лучше адсорбируется компонент, обладающий наибольшим химическим сродством к адсорбенту. Далее характеризуются адсорберы периодического и непрерывного действия, области их применения, приводятся их схемы.

Очистка ПСВ, содержащих ПАВ, нефть, нефтепродукты, масла, волокнистые материалы, **методом флотации** заключается в образовании комплексов «частицы – пузырьки», всплывании этих комплексов и удалении образовавшегося пенного слоя с поверхности сточной воды. Необходимо отметить, что прилипание частицы к поверхности газового пузырька возможно только тогда, когда наблюдается несмачивание или плохое смачивание частицы жидкостью. Способы флотационной обработки классифицируют в зависимости от способа насыщения ПСВ пузырьками воздуха определенной крупности.

Далее рассматриваются принципы действия флотационных установок, приводятся их схемы, отмечаются их достоинства и недостатки.

На практических занятиях решаются задачи на определение расхода коагулянта, массы адсорбента, габаритов адсорбера, осмотического давления.

4.2.5 Биологическая очистка производственных сточных вод

Необходимо отметить, что **биологическая очистка** (биологическое окисление) – природный, по своей сущности, процесс, и его характер одинаков для процессов, протекающих в водоеме, очистном сооружении, склянке для определения БПК. Биоокисление осуществляется сообществом микроорганизмов, включающим множество различных бактерий, простейших и ряд более высокоорганизованных организмов – водорослей, грибов и т.д., связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями (метабиоза, симбиоза и антагонизма).

Далее следует рассмотреть влияние различных факторов на эффективность биологической очистки: температуры, рН, биогенных элементов, уровня питания, кислородного режима, токсичных веществ.

Различают биологическую очистку ПСВ в естественных условиях (почвенная очистка, очистка в биопрудах) и биологическую очистку в искусственных условиях (очистка на биофильтрах, на погружных биофильтрах, очистка в аэротенках и окситенках). Биологическая очистка в аэротенках находит самое широкое применение, поэтому заслуживает более

внимательного изучения. Здесь рассматриваются схемы аэротенков, различающихся по структуре потока ПСВ, по типу систем аэрации – важнейшего элемента аэротенка.

На практических занятиях выполняют расчеты удельного ХПК биоокисляемого вещества и ХПК очищаемой ПСВ, БПК_{полн} как доли ХПК, используют для расчетов БПК_{полн} и БПК₅ кинетическое уравнение реакции первого порядка, рассчитывают показатели работы аэротенка: время пребывания ПСВ в аэротенке, нагрузку на единицу объема аэротенка и на единицу массы беззольного вещества активного ила, окислительную мощность, степень очистки ПСВ, процент использования воздуха, подаваемого на аэрацию и др.

5 Инженерные методы защиты литосферы

5.1 Обработка осадков ПСВ

Необходимо подчеркнуть важность проблемы образования и накопления осадков ПСВ и необходимость ее решения. Следует рассмотреть состав и свойства осадков ПСВ, их технологические характеристики, а также типовые процессы, применяемые при обработке осадков ПСВ, и типовые схемы обработки осадков наиболее распространенных видов. Далее рассматривают группы типовых процессов обработки осадков ПСВ: уплотнение (гравитационное, флотационное, центробежное), стабилизацию (анаэробное сбраживание), кондиционирование (реагентная обработка, тепловая обработка), обезвоживание (вакуум-фильтрование, фильтрование, термическую сушку), – а также аппаратуру и установки, применяемые для реализации этих процессов.

Можно более подробно рассмотреть типовую схему обработки осадков, содержащих минеральные вещества (например, гальваношламов), или типовую схему обработки осадков, содержащих, в основном, органические вещества (например, избыточного активного ила).

5.2 Обезвреживание твердых промышленных отходов (ТПО)

5.2.1 Захоронение ТПО

В этом разделе приводится классификация твердых промышленных отходов. Затем рассматриваются способы захоронения отходов на свалках, методы фиксации и заключения отходов в капсулы, захоронение в океане и глубоких скважинах. Далее на примере полигона «Красный бор» излагается вопрос об обработке токсичных промышленных отходов на полигонах.

5.2.2 Методы термического обезвреживания ТПО

Необходимо дать сравнительную характеристику методов сжигания твердых промышленных отходов (сжигание в барабанной печи, сжигание в псевдоожиженном слое, каталитическое сжигание, термическая переработка отходов в печи Ванюкова).

5.3 Утилизация твердых отходов

В этом разделе целесообразно рассмотреть технологии утилизации повсеместно образующихся многотоннажных отходов. Утилизация макулатуры: производство волокнистых плит, теплоизоляционных и материалов, контейнеров для яиц. Утилизация волокнистых материалов. Утилизация резинотехнических изделий: физические (полностью механическая, криогенная, бародеструкционная, взрывная технологии) и химические методы (прямое и косвенное сжигание) Утилизация полимерных отходов: повторное использование в производственном цикле, переработка во вторичный гранулят и крошку. Утилизация золошлаковых отходов: направления использования.

Самостоятельная работа студентов

В образовательном процессе более половины учебных часов отводится на *самостоятельную работу студентов*, которая включает:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- выполнение индивидуальных домашних заданий (решение задач);
- выполнение аудиторных контрольных работ;
- подготовка к экзамену.

Темы для самостоятельного изучения

Обезвреживание твердых промышленных отходов: Захоронение отходов на полигонах. Методы фиксации и заключения отходов в капсулы: фиксация с помощью известковых смесей, термопластическая фиксация, фиксация в стекле. Закачка отходов в глубокие скважины: требования к закачиваемым жидким отходам, выбор мест размещения глубоких скважин.

Методы термического обезвреживания ТПО

Необходимо дать сравнительную характеристику методов сжигания твердых промышленных отходов (сжигание в барабанной печи, сжигание в псевдоожиженном слое, каталитическое сжигание, термическая переработка отходов в печи Ванюкова).

Теоретический материал по данным темам изложен в учебниках для вузов и учебных пособиях:

1. Калыгин В.Г. Промышленная экология: учеб. пос. для студ. вузов / Калыгин В.Г. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 432с.
2. Ветошкин А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2016. – 303с.

Выполнение индивидуальных домашних заданий по темам:

1. Химическое загрязнение отходами производства. Расходный коэффициент. Выход продукта. Материальный баланс.
2. Расчет циклона методом последовательных приближений.
3. Расчет рукавного фильтра.
4. Абсорбция газообразных примесей из отходящих газов.
5. Адсорбция газообразных примесей из отходящих газов.
6. Механическая очистка производственных сточных вод: осаждение, фильтрование.
7. Химическая и физико-химическая очистка производственных сточных вод: нейтрализация, окисление, коагуляция, обратный осмос.
8. Биологическая очистка производственных сточных вод.

Примеры решения задач по указанным темам и условия задач для самостоятельного решения приведены в учебном пособии:

1. Экологизация технологий и безотходные производства: методические указания для ПЗ и СРС/ Сост. И.В. Летенкова – Великий Новгород: Изд-во НовГУ, 2014. – 79с.

Подготовка к контрольным работам по темам:

1. Очистка газовых выбросов от пыли и газообразных примесей.
2. Очистка производственных сточных вод.

Подготовка докладов-презентаций о технологиях утилизации наиболее распространенных видов многотоннажных отходов

Содержание доклада

Для каждого вида отхода следует:

- указать источники (процессы) образования;
- охарактеризовать физико-химические свойства;
- рассмотреть существующие технологии переработки (утилизации);
- сравнить их преимущества и недостатки.

По приведенному плану рассматриваются вышедшие из употребления бумага, пластик, автопокрышки, золошлаковые отходы, отходы деревообрабатывающей промышленности, шламы гальванического производства (гальваношламы), нефтешламы, полихлорированные бифенилы, ртутьсодержащие отходы или другие виды отходов по указанию преподавателя.

Теоретический материал по данным темам изложен в учебниках для вузов:

1. Калыгин В.Г. Промышленная экология: учеб. пос. для студ. вузов / Калыгин В.Г. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 432с.
2. Ветошкин А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2016. – 303с.

Содержание фонда оценочных средств

1. Пакет индивидуальных ДЗ для самостоятельной работы
2. Комплект контрольных заданий для аудиторной СРС
3. Экзаменационные вопросы

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Технологическая карта УМ «Технологические процессы защиты окружающей среды»
для специальности 04.05.01– «Фундаментальная и прикладная химия»

Семестр 9, ЗЕТ 4, вид аттестации экзамен, ауд.часов 72, баллов рейтинга 200

Трудоемкость дисциплины 4 ЗЕ = 50 б. × 4 = 200 баллов

Раздел (тема)	№ неде- ли	Трудоемкость, АЧ				Форма текущего контроля	Макс. кол-во баллов
		Аудиторные занятия			СРС		
		Лек.	ПЗ	Ауд. СРС			
1 Стратегия экологической безопасности РФ	1	1	–	–	2		
2 Возобновляемые источники энергии – инструменты снижения уровня глобальных угроз	2	–	2	–	4		
3 Инженерные методы защиты воздушного бассейна	2-7	7	10	6	16		
3.1 Мероприятия по предотвращению образования выбросов в атмосферу	2	1	–	–	3	ДЗ1	12
3.2 Очистка пылегазовых выбросов от пыли	2-3	3	6	2	4	ДЗ 2, ДЗ 3	24
3.3 Очистка газовых выбросов от газо- и парообразных примесей	4-6	4	4	4	9	ДЗ 4, ДЗ 5, КР 1	24 23
			–	–			
4 Инженерные методы защиты водного бассейна	7-12	10	18	10	18		
4.1 Мероприятия по предотвращению образования сбросов в водоемы и водотоки	7	1	–	–	2		
4.2 Очистка производственных сточных вод (ПСВ)	7-12	9	18	10	16		
4.2.1 Сточные воды промышленных предприятий	7	1	–	–	1	ДЗ 6	12
4.2.2 Механическая очистка ПСВ	8	2	4	2	3		
4.2.3 Химические методы очистки ПСВ	9	2	2	2	4	ДЗ 7	12
4.2.4 Физико-химические методы очистки ПСВ	10	2	6	4	4		
4.2.5 Биологическая очистка ПСВ	11-12	2	6	2	4	ДЗ 8, КР 2	35

Раздел (тема)	№ неде- ли	Трудоемкость, АЧ				Форма текущего контроля	Макс. кол-во баллов
		Аудиторные занятия			СРС		
		Лек.	ПЗ	Ауд. СРС			
5 Инженерные методы защиты литосферы	13	2	6	2	10		
5.1 Обработка осадков сточных вод	13	2	4	–	4		
5.2 Обезвреживание твердых производственных отходов (5.2.3 Утилизация твердых отходов)	13	–	2	–	6	Доклад	8
Итого		18	36	18	54		150
Форма итогового контроля – экзамен							50

В соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» от 25.03.2014 Протокол УС № 18 перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:

- оценка «удовлетворительно» – 100-149 б.
- оценка «хорошо» – 150-179 б.
- оценка «отлично» – 180-200 б.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Экзаменационные вопросы по дисциплине «Инженерные методы и средства защиты окружающей среды» для специальности 04.05.01– «Фундаментальная и прикладная химия»

1. Стратегия экологической безопасности РФ. Цели, основные задачи и приоритетные направления в сфере обеспечения экологической безопасности. Методы обеспечения экологической безопасности. Инженерно-технические методы. Концепция безотходной технологии. Малоотходная технология – этап на пути создания безотходной технологии. Наилучшие доступные технологии.
2. Классификация ВИЭ. Солнечная энергия. Оценка потенциала солнечной энергетики. Ветровая энергия. Технический ветровой потенциал территории. Гидроэнергетический потенциал водотоков региона. Бесплотинные ГЭС в микрогидроэнергетике.
3. Классификация ВИЭ. Получение энергии из растительной биомассы: конвертирование биомассы в технически удобные виды топлива. Наиболее перспективные направления генерирования энергии из биомассы.
4. Противопылевые мероприятия. Параметры процесса пылеулавливания: степень очистки, объемный расход отходящих газов, скорость газового потока, гидравлическое сопротивление оборудования, физико-химические свойства пыли (медианный диаметр, степень полидисперсности, слипаемость, смачиваемость водой). Рекуперация пылей.
5. Установки для сухой очистки газов от пыли: пылесадительные камеры, инерционные пылеуловители простейшего типа, циклоны, вихревые пылеуловители. Принцип действия, область применения.
6. Фильтры для сухой очистки газов от пыли: механизм осаждения частиц. Классификация фильтров по назначению, по типу фильтрующей перегородки. Тканевые рукавные фильтры, требования к тканям. Волокнистые фильтры для тонкой очистки газов от пыли. Фильтры с неподвижной и подвижной зернистой загрузкой. Электрофильтры. Параметры процесса фильтрования в различных фильтрах.
7. Установки для мокрой очистки газов от пыли: полые и насадочные скрубберы, скруббер с псевдоожиженной шаровой насадкой, скруббер Вентури, аппараты ударно-инерционного типа, пенные аппараты. Туманоуловители.
8. Направления усовершенствования технологий и технологические приемы для предотвращения загрязнения атмосферы оксидами серы и азота.
9. Физико-химические основы очистки отходящих газов от газообразных загрязнителей методами абсорбции, хемосорбции. Движущая сила абсорбции. Расчет массы абсорбируемого загрязнителя. Материальный баланс процесса абсорбции. Расчет расхода орошающей жидкости. Конструкции абсорберов.
10. Физико-химические основы очистки отходящих газов от газообразных загрязнителей методом адсорбции. Расчет массы адсорбируемого загрязнителя, массы адсорбента, габаритов адсорбера и теплоты адсорбции. Конструкции адсорберов.
11. Физико-химические основы очистки отходящих газов от газообразных загрязнителей методом термической нейтрализации. Сжигание: условия применимости метода. Каталитический метод: требования к катализаторам, конструкции реакторов.
12. Окислительные методы очистки отходящих газов от оксидов азота: окисление кислородом и озоном в жидкой фазе, окисление жидкими окислителями, каталитическое окисление.
13. Восстановительные методы очистки отходящих газов от оксидов азота: разложение оксидов азота в присутствии восстановителей (неселективное и селективное каталитическое восстановление), разложение оксидов азота путем перевода в соединения с низкой температурой разложения. Абсорбция оксидов азота растворами щелочей.

14. Методы очистки отходящих газов от оксидов азота: краткая характеристика. Комплексный карбамидный метод.
15. Аммиачные методы очистки отходящих газов от диоксида серы: аммиачно-серноокислотный, аммиачно-азотнокислотный, аммиачно-фосфорнокислотный, аммиачно-автоклавный. Сравнительная характеристика методов.
16. Методы очистки газовых выбросов от диоксида серы, основанные на нейтрализации: содовый метод, известковый метод, магнезитовый метод, цинковый метод. Каталитические методы очистки отходящих газов от диоксида серы.
17. Классификация ПСВ. Факторы, влияющие на состав сточных вод. Физико-химические показатели ПСВ. Сравнительная характеристика методов обезвреживания ПСВ: цели и области применения.
18. Особенности канализации промышленных предприятий. Выбор системы и схемы канализации. Схемы канализации промышленных предприятий. Условия выпуска ПСВ в городскую канализацию и в водоемы.
19. Механическая очистка производственных сточных вод (ПСВ). Типовая схема механической очистки ПСВ. Механическая очистка ПСВ под действием гравитационных сил. Решетки. Песколовки. Отстойники: горизонтальные, вертикальные, радиальные.
20. Механическая очистка ПСВ под действием гравитационных сил и сил инерции. Отстойники: горизонтальные, вертикальные, радиальные. Материальный баланс процесса отстаивания по взвешенным частицам, по воде. Гидроциклоны: открытые и напорные. Центрифуги. Назначение аппаратов, принцип действия, недостатки и преимущества.
21. Фильтры для механической очистки ПСВ: сетчатые барабанные фильтры, барабанные вакуум-фильтры, фильтры с зернистой загрузкой, электромагнитные фильтры, комбинированные фильтры. Назначение аппаратов, принцип действия, недостатки и преимущества.
22. Нейтрализация ПСВ. Способы нейтрализации ПСВ: взаимная нейтрализация кислых и щелочных стоков, реагентная нейтрализация, нейтрализация отходящими газами, фильтрование через нейтрализующие материалы. Условия применения различных способов нейтрализации. Схема типовой станции реагентной нейтрализации. Расчет массы образующегося осадка.
23. Окисление производственных сточных вод. Использование в качестве окислителей активного хлора, кислорода воздуха, озона. Преимущества и недостатки перечисленных окислителей.
24. Очистка ПСВ методом коагуляции. Относительная устойчивость коллоидных систем. Факторы коагуляции. Флокуляция. Важнейшие коагулянты и флокулянты. Аппараты для коагуляции. Электрокоагуляция.
25. Очистка производственных СВ методом адсорбции. Область применения. Адсорберы периодического и непрерывного действия.
26. Очистка ПСВ методом флотации: флотация с выделением воздуха из раствора (вакуумная и напорная), флотация с механическим диспергированием воздуха (имеллерная), флотация с подачей воздуха через пористые материалы, химическая и биологическая флотация. Флотационные установки. Параметры процесса флотации в различных установках. Электрофлотация. Электрофлотаторы.
27. Очистка ПСВ с применением мембранных технологий: краткая характеристика мембранных процессов (микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос), эффективность разделения, удельная производительность мембран. Обратный осмос: особенности процесса. Конструкции обратноосмотических мембран. Конструкции элементов обратноосмотических аппаратов.
28. Биологическая очистка ПСВ. Сущность биологической очистки. Биологическая очистка в естественных и искусственных условиях. Влияние различных факторов на эффективность биологической очистки ПСВ.

29. Методы биологической очистки ПСВ в естественных условиях: почвенная очистка, очистка в биопрудах. ПСВ, пригодные для орошения. Сооружения почвенной очистки. Биопруды с естественной и искусственной аэрацией. Преимущества и недостатки данных методов.
30. Методы биологической очистки ПСВ в искусственных условиях. Биофильтры: классификации биофильтров, капельные биофильтры, высоконагружаемые биофильтры (аэрофильтры). Погружные биофильтры: фильтры с плоскостной загрузкой, фильтры барабанного типа.
31. Методы биологической очистки ПСВ в искусственных условиях. Принцип работы аэротенков. Классификации аэротенков: по гидродинамическому режиму, по нагрузке на активный ил, по способу регенерации активного ила, по способу подачи и распределения воздуха. Технологические характеристики аэротенков. Окситенки.
32. Обработка осадков ПСВ. Классификация осадков, их состав и свойства. Группы методов обработки осадков. Типовые схемы обработки осадков. Уплотнение осадков: гравитационное, флотационное, центробежное. Аппараты и сооружения для уплотнения осадков.
33. Стабилизация осадков ПСВ: анаэробное сбраживание осадков. Метантенки. Кондиционирование осадков: реагентная обработка, тепловая обработка. Метод Портеуса. Метод Циммермана.
34. Обезвоживание осадков ПСВ фильтрованием. Основное оборудование для фильтрования осадков: вакуум-фильтры, фильтр-прессы.
35. Обезвоживание осадков методом термической сушки. Скорость сушки, кривая скорости сушки. Конструкции сушилок: барабанные сушилки, сушилки со встречными струями, сушилки с псевдооживленным слоем высушиваемого материала.
36. Обработка и утилизация осадков ПСВ на конкретном примере: схема обработки данного вида осадков. Применяемые аппараты. Параметры технологического процесса.
37. Классификация твердых промышленных отходов. Обезвреживание токсичных твердых отходов на специализированных полигонах. Методы фиксации и заключения твердых токсичных отходов в капсулы.
38. Методы термического обезвреживания отходов: сжигание, переработка в печи Ванюкова, пиролиз (пример – пиролиз автопокрышек). Оборудование для термического обезвреживания отходов.
39. Утилизация твердых отходов: Утилизация макулатуры. Утилизация резинотехнических изделий. Утилизация полимерных отходов. Утилизация золошлаковых отходов.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ФОРМА ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра «Фундаментальной и прикладной химии»

Экзаменационный билет № 1

Дисциплина «Инженерные методы и средства защиты окружающей среды»
Для специальности 04.05.01 – «Фундаментальная и прикладная химия»

1. Фильтры для сухой очистки газов от пыли: механизм осаждения частиц. Классификация фильтров по назначению, по типу фильтрующей перегородки. Тканевые рукавные фильтры, требования к тканям. Волокнистые фильтры для тонкой очистки газов от пыли. Фильтры с неподвижной и подвижной зернистой загрузкой. Электрофильтры. Параметры процесса фильтрования в различных фильтрах.
2. Нейтрализация ПСВ. Способы нейтрализации ПСВ: взаимная нейтрализация кислых и щелочных стоков, реагентная нейтрализация, нейтрализация отходящими газами, фильтрование через нейтрализующие материалы. Условия применения различных способов нейтрализации. Схема типовой станции реагентной нейтрализации. Расчет массы образующегося осадка.
3. Задача.

Принято на заседании кафедры _____
_____ 201_ г. Протокол № _____

Заведующий кафедрой ФПХ
_____ Зыкова И.В.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

КАРТА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УМ «Технологические процессы защиты окружающей среды» для специальности 04.05.01 – «Фундаментальная и прикладная химия»

Форма обучения очная

Часов: всего 144 (4 ЗЕ), лекций – 18, ПЗ – 36, в том числе 18 ауд. СРС, внеауд. СРС – 54

Для специальности 040501 – «Фундаментальная и прикладная химия»

Отделение ЕНПР, кафедра ФПХ, семестр 9

Таблица 1 – Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол-во страниц)	Кол-во экз. в б-ке НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Калыгин В.Г. Промышленная экология: учеб. пос. для студ. вузов / Калыгин В.Г. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 432с.	64	
2. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов: Учеб. пос. для вузов / М.: КолосС, 2008. – 176с.	15	
3. Ветошкин А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2016. – 303с.	8	
4. Техника и технология защиты воздушной среды: Учеб. пособие для вузов/ В.В.Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин и др. – М.: Высш.шк.,2005. – 391с.	6	
5. Волков В.А. Теоретические основы охраны окружающей среды: Учебное пособие, СПб.: Изд-во «Лань», 2015. – 256с.	12	
6. Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. – М.: БАСТЕТ, 2013. – 365с.	15	
Учебно-методические издания		
1. Рабочая программа УМ «Инженерные методы и средства защиты окружающей среды» / Сост. И.В.Летенкова. – НовГУ, 2017 г. – 24с.		Сайт НовГУ www.novsu.ru/files/
2. Экологизация технологий и безотходные производства: метод. указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов/Сост. И.В. Летенкова.– В. Новгород: Изд-во НовГУ, 2014.– 79с.		ЭБС НовГУ novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1938

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
1. БиблиоТех – электронно-библиотечная система	novsu.bibliotech.ru.	Логин и пароль для входа – на личной странице портала НовГУ
2. Сайт журнала «Экология и производство»	www.ecoindustry.ru/magazine.html	
3. Сайт журнала «Экология промышленность России»	www.kalvis.ru/katalog-izdaniy/zhurnalyi/ekologiya-i-promyishlennost-rossii/arkiv/	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Семенова И. В. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / И. В. Семенова. – Москва : Академия, 2009. – 519, [2] с : ил. – (Высшее профессиональное образование, Безопасность жизнедеятельности). – Библиогр.: с. 496-499. – Прил.: с. 500-503. – ISBN 978-5-7695-4903-8 : (в пер.)	12	
2 Кальнер В. Д. Экологическая парадигма глазами инженера / В. Д. Кальнер. – М. : Калвис, 2009. – 395, [1] с. : ил. – Прил.: с. 315-395. – ISBN 978-5-89530-014-5 : (в пер.)	17	

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

зав. отделом обслуживания



Е.П. Настуняк

Действительно для 2017/2018 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ *И.В. Зыкова*
протокол № 11 от 29.06.2017

Действительно для 2018/2019 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ *И.В. Зыкова*
протокол № 12 от 28.06.2018

Действительно для 2019/2020 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ *И.В. Зыкова*
протокол № 11 от 28.06.2019

Действительно для 2020/2021 учебного года
протокол № 11 от 30.06.2020
Зав. каф. ФПХ И.В. Зыкова

Действительно для 2021/2022 учебного года
протокол № 11 от 30.06.2021 и.о. зав. каф. ФПХ Е.А. Плещина

Содержание изменений:

1 Содержание изменений при актуализации рабочей программы на 2017-2018 учебный год (протокол № 11 заседания кафедры от 29.06.2017):

- Пункт 7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля изложить в следующей редакции:

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Учебные аудитории для проведения занятий	Аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска); помещение для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)
2.	Программное обеспечение	1 Microsoft Windows 7 Professional Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212 от 30.04.2015 2. Microsoft Windows 10 for Educational Use Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212 от 30.04.2015 3 Подписка Microsoft Office 365 свободно распространяемое для вузов 5 Adobe Acrobat свободно распространяемое для вузов 6 Skype – свободно распространяемое для вузов
3.	Оборудованная лаборатория	Вытяжные шкафы – 2; лабораторные столы: 8 островных и 4 пристенных; шкафы с лабораторной посудой – 2; мойки – 3; термостат водяной – 1; аналитические весы – 1; технические весы быстрого взвешивания РЗ-200 – 2 – 2; иономер «Анион-7020» – 1; рефрактометр ПЭ-5200 – 2; фотоэлектроколориметр КФК-3 – 1; электроплитки – 4.

- Внести изменения в Таблицу 2 – Информационное обеспечение учебного модуля Приложения Д

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
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
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	-
База данных спектров органических соединений https://sdfs.db.aist.go.jp/	в открытом доступе	

2 Содержание изменений при актуализации рабочей программы на 2018-2019 учебный год (протокол № 11 заседания кафедры от 28.06.2018):

- Таблицу 2 Приложения Д изложить в следующей редакции:

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
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
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
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	-
База данных спектров органических соединений https://sdb.sdb.aist.go.jp/	в открытом доступе	

3 Содержание изменений при актуализации рабочей программы на 2019-2020 учебный год (протокол № 11 заседания кафедры от 28.06.2019):

- Таблицы 1, 2 и 3 Приложения Д изложить в следующей редакции:

Таблица 1 – Основная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Волков В. А. Теоретические основы охраны окружающей среды : учебное пособие для вузов / В. А. Волков. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 253, [1] с. : ил. – (Учебники для вузов, Специальная литература). – Библиогр.: с. 248-249. – ISBN 978-5-8114-1830-5 : (в пер.)	12	
2 Техника и технология защиты воздушной среды: Учебное пособие для вузов/ В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин и др. – 004446-7 : (в пер.) Москва: Высшая школа, 2005. – 391с. 389,[2]с.: ил. - Библиогр.: с. 389-390. – Прил. : с. 382-388. – ISBN 5-06-004446-7 : (в пер.)	6	
3 Попов М.А. Природоохранные сооружения: учебник для вузов. – Москва: КолосС, 2005. – 518,[1]с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для вузов). - Библиогр.: с. 516. – Указ.: с. 514-515. – ISBN 5-9532-0262-8 : (в пер.)	4	
4 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. – 303с.	8	
5 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб. для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - Москва : БАСТЕТ, 2013. - 365, [2] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование, Бакалавриат). - Библиогр. в конце гл. - Соответствует Федер. гос. образоват. стандарту 3-го поколения. - ISBN 978-5-903178-33-9 : (в пер.)	15	

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библиотечной НовГУ	Наличие в ЭБС
Электронные ресурсы		
5 Ветошкин, А. Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., доп. и пер. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 316 с. URL: https://e.lanbook.com/book/124600 (дата обращения 18.01.2020г.) – Режим доступа для авториз. пользователей)		ЭБС Лань
6 Альтернативные источники энергии: учебное пособие / Л. А. Насырова, С. В. Леонтьева, Р. Р. Фасхутдинов [и др.]. – Уфа : УГНТУ, 2019. – 122 с. – ISBN 978-5-7831-1931-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/179266 (дата обращения: 18.01.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.		ЭБС Лань

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебной дисциплины

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 Коллекция: Легендарные книги	Договор №63/юс от 20.03.2018	бессрочный
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru	Договор № 71/ЕП (У) 19 от 25.12. 2019	01.01.2020-31.12.2020
Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com	Договор № 72/ЕП (У)19 от 25.12.2019	10.01.2020
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 01/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	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
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	–
Информационные справочные системы		
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	–
ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru	Договор № 197СЛ/11-2019/70/ЕП(У)19 с ООО «Политехресурс» от 24.12. 2019	01.01.2020 - 31.12.2020

Таблица 3 – 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 Семенова И. В. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / И. В. Семенова. – Москва : Академия, 2009. – 519, [2] с : ил. – (Высшее профессиональное образование, Безопасность жизнедеятельности). – Библиогр.: с. 496-499. – Прил.: с. 500-503. – ISBN 978-5-7695-4903-8 : (в пер.)	12	
2 Кальнер В. Д. Экологическая парадигма глазами инженера / В. Д. Кальнер. – М. : Калвис, 2009. – 395, [1] с. : ил. – Прил.: с. 315-395. – ISBN 978-5-89530-014-5 : (в пер.)	17	
Электронные ресурсы		
1 Экологизация технологий и безотходные производства: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов/Составитель И.В. Летенкова.– НовГУ, Великий Новгород, 2014.– 79с. – UR: https://novsu.biblotech.ru/Reader/Book/-1938		ЭБС Библио Тех
2 Матус, Л. И. Конспект лекций по дисциплине «Методы очистки сточных вод» : учебное пособие / Л. И. Матус, Е. Э. Нефедьева. – Волгоград : ВолгГТУ, 2019. – 96 с. – ISBN 978-5-9948-3457-2.– Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/157213 (дата обращения: 18.01.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.		ЭБС Лань
3 Альтернативные источники энергии: учебное пособие / Л. А. Насырова, С. В. Леонтьева, Р. Р. Фасхутдинов [и др.]. – Уфа : УГНТУ, 2019. –122 с. – ISBN 978-5-7831-1931-6. –Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/179266 (дата обращения: 18.01.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.		ЭБС Лань
4 Биоразлагаемые полимерные смеси и композиты из возобновляемых источников / под редакцией Ю. Лонг. – Санкт-Петербург : НОТ, 2013. – 464 с. – ISBN 978-5-91703-035-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/35860 (дата обращения: 18.01.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.		ЭБС Лань

4 Содержание изменений при актуализации рабочей программы на 2020-2021 учебный год (протокол № 11 заседания кафедры от 30.06.2020):

- Таблицу 2 Приложения Д изложить в следующей редакции:

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/biblitech/	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
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
ЭБС «Лань» с ООО «ЭБС ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/	Договор № 72/ЕП(У)19 от 25.12.2019	10.01.2021
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prilib.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	-
База данных спектров органических соединений https://sdb.sdb.aist.go.jp/	в открытом доступе	

5 Содержание изменений при актуализации рабочей программы на 2021-2022 учебный год (протокол № 11 заседания кафедры от 30.06.2021):

- Таблицу 3 Приложения Б изложить в следующей редакции:

Таблица 3 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
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
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
ЭБС «Лань» с ООО «ЭБС ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/	Договор № 04/ЕП(У)21 от 17.03.2021	11.01.2022
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	-
База данных спектров органических соединений https://sdb.sdb.aist.go.jp/	в открытом доступе	