**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Декан

И.В. Федякин

21 мая 2019 г.

Кафедра «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта»

Автор Селиванов Александр Сергеевич

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Источники загрязнения и технические средства защиты окружающей среды

| | |
|---|---|
| Направление подготовки: | 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника |
| Профиль: | Промышленная теплоэнергетика |
| Квалификация выпускника: | Бакалавр |
| Форма обучения: | очно-заочная |
| Год начала подготовки | 2017 |

| Одобрено на заседании | Одобрено на заседании кафедры |
|---|---|
| Учебно-методической комиссии института<br>Протокол № 9<br>20 мая 2019 г.<br>Председатель учебно-методической комиссии<br><br>С.В. Володин | <br><br>Протокол № 10<br>15 мая 2019 г.<br>И.о. заведующего кафедрой<br><br>Ф.А. Поливода |

Москва 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Источники загрязнения и технические средства защиты окружающей среды» в процессе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем подготовки «Промышленная теплоэнергетика» является формирование комплекса компетенций, направленных на решение задач паспортизации источников загрязнений на предприятиях теплоэнергетики, железнодорожного транспорта и промышленности (сбор и анализ данных об источниках выбросов и сбросов, номенклатуре и объемах загрязняющих веществ); расчета и проектирования технических средств защиты окружающей среды (средств улавливания, обезвреживания и уменьшения вредного влияния на окружающую среду загрязняющих веществ); разработки проектной и рабочей технической документации, участие в наладке и эксплуатации, проверка состояния технических средств защиты от загрязнений при осуществлении следующих видов деятельности:

- расчетно-проектная и проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- монтажно-наладочная;
- сервисно - эксплуатационная.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Источники загрязнения и технические средства защиты окружающей среды" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### 2.1. Наименования предшествующих дисциплин

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### 2.1.1. Математика:

Знания: основы дифференциального и интегрального исчисления, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, основы численных методов, элементы теории вероятностей и математической статистики

Умения: использовать математический аппарат при изучении естественно - научных дисциплин; строить математические модели физических явлений и химических процессов; проводить физический и химический эксперименты, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики

Навыки: методами дифференцирования и интегрирования функций, основными аналитическими и численными методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений и систем, основными методами теоретического и экспериментального исследования физических и химических явлений

#### 2.1.2. Физика:

Знания: основные понятия и законы классической физики

Умения: использовать основные физические формулы и константы, выбрать метод решения физической задачи

Навыки: техникой проведения физического эксперимента

#### 2.1.3. Химия:

Знания: основные законы химии; химические свойства элементов; методы описания химических равновесий

Умения: химический эксперимент; решать задачи статики химических реакций

Навыки: основными методами теоретического и экспериментального исследования химических явлений

### 2.2. Наименование последующих дисциплин

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

| № п/п | Код и название компетенции | Ожидаемые результаты |
|---|---|---|
| 1 | ПК-4 способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата | Знать и понимать: условия образования выбросов и сбросов загрязняющих веществ от тепловых энергоустановок, методы определения основных показателей сточных вод и реа-гентов, концентраций загрязняющих веществ, некоторых свойств и технологических характеристик фильтровальных материалов и т.п.; методы математического анализа и эксперимен-тального исследования; правила оформления научно-технической информации<br><br>Уметь: составить программу наблюдений с указанием измеряемых величин и средств измерений (приборов); использовать эти знания для проведения экспериментов по заданной методике, оценки техногенного воздействия на окружающую среду эксплуа-тируемого и проектируемого оборудования; для разработки экозащитных мероприятий, проектов<br><br>Владеть: приемами работы с измерительными средствами и приборами; математическим аппаратом для анализа и обработки результатов экспериментов, оценки погрешностей, навыками подготовки данных для разработки проектного тома "Экология объекта" |

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

9 зачетных единиц (324 ак. ч.).

### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

| | Количество часов | | |
|---|---|---|---|
| Вид учебной работы | Всего по учебному плану | Семестр 8 | Семестр 9 |
| Контактная работа | 88 | 44,15 | 44,15 |
| Аудиторные занятия (всего): | 88 | 44 | 44 |
| В том числе: | | | |
| лекции (Л) | 36 | 18 | 18 |
| практические (ПЗ) и семинарские (С) | 36 | 18 | 18 |
| лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП) | 16 | 8 | 8 |
| Самостоятельная работа (всего) | 182 | 100 | 82 |
| Экзамен (при наличии) | 54 | 0 | 54 |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы: | 324 | 144 | 180 |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.: | 9.0 | 4.0 | 5.0 |
| Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля) | КП (1), ПК1, ПК2 | ПК1, ПК2 | КП (1), ПК1, ПК2 |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет) | ЗЧ, ЭК | ЗЧ | ЭК |

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 8 | Раздел 1<br>Источники загрязнений | 4 | 4 | 4/2 | | 30 | 42/2 | |
| 2 | 8 | Тема 1.1<br>1.1. Источники загрязнений предприятий промышленности, сельского хозяйства и транспорта. Источники загрязнений, состав выбросов, сбросов, отходов предприятий по добыче и переработке минерального сырья, металлургии, машиностроения. | 2 | | | | | 2 | |
| 3 | 8 | Тема 1.2<br>1.2. Загрязнения от предприятий теплоэнергетики. Условия образования, свойства и направления вредного воздействия на окружающую среду загрязняющих веществ, образующихся при сжигании топлива. Микропримеси в дымовых газах и твердых продуктах сгорания топлива. Выбросы при хранении топлива и пыление золоотвалов. Технические нормативы выбросов котлов. Технологические способы снижения выбросов котлов. | 2 | | | | | 2 | |
| 4 | 8 | Раздел 2<br>Защита атмосферы | 14 | 4 | 14/7 | | 70 | 102/7 | |
| 5 | 8 | Тема 2.1<br>2.1. Основные положения. Классификация | 1 | | | | | 1 | |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | выбросов. Способы выражения концентрации примесей. Нормирование примесей атмосферы. Предельно допустимый выброс (ПДВ). Рассеивание выбросов в атмосфере | | | | | | | |
| 6 | 8 | Тема 2.2<br>2.2. Улавливание аэрозольных частиц. Физико-химические свойства аэрозольных частиц. Классификация и общие технические характеристики пылеуловителей. Физические основы процессов обеспыливания. Очистка газов в сухих механических пылеуловителях. Расчет циклонов. Фильтры и фильтрующие материалы. Особенности улавливания туманов. Туманоуловители. Принцип действия мокрых пылеуловителей, способы организации контакта фаз. Основные типы аппаратов, достоинства и недостатки. Расчет газопромывателя Вентури. | 8 | | | | | 8 | |
| 7 | 8 | Тема 2.3<br>2.3. Сорбционные методы очистки. Физико-химические основы сорбционных процессов: абсорбция, адсорбция, ионный обмен. Типы абсорберов, способы организации контакта в абсорберах, основы | 3 | | | | | 3 | |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | расчета. Адсорбенты и их свойства. Способы регенерации. Конструкции адсорберов, основы расчета. Применение ионитов для очистки холодных газовых выбросов. Примеры применения сорбционных технологий очистки. | | | | | | | |
| 8 | 8 | Тема 2.4<br>2.4. Термические и биологические методы очистки. Высокотемпературное сжигание органических загрязнений, термоокисление с подогревом. Озонные технологии. Каталитическое восстановление и окисление. Виды катализаторов и их свойства. Каталитическое и некаталитическое восстановление оксидов азота аммиаком. Обезвреживание отходящих газов двигателей внутреннего сгорания. | 2 | | | | | 2 | |
| 9 | 9 | Раздел 3<br>Защита гидросферы | 12 | 8 | 15/8 | | 59 | 94/8 | |
| 10 | 9 | Тема 3.1<br>3.1. Общие сведения о водоотведении. Системы водоснабжения и водоотведения предприятий. Особенности железнодорожных предприятий как потребителей воды. Клас-сификация, состав и свойства сточных вод. | 2 | | | | | 2 | |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | Нормирование качества воды водоемов. Правила выпуска сточных вод предприятий в городскую канализацию и водоемы. Предельно допустимый сброс (ПДС). Определение расхода сточных вод. Разбавление сточных вод и определение необходимой степени очистки. | | | | | | | |
| 11 | 9 | Тема 3.2<br>3.2. Удаление механических примесей. Отстаивание, фильтрация, центробежное разделение. Нефтеловушки, тонкослоевые отстойники, механические фильтры, коалесцентные сепараторы, гидроциклоны. Конструкция и основы расчета. Методы, ускоряющие выделение дисперсных частиц: флотация, пенная сепарация, электрофлотация. | 2 | | | | | 2 | |
| 12 | 9 | Тема 3.3<br>3.3. Химические методы очистки. Нейтрализация щелочных и кислых сбросов. Реагентное осаждение тяжелых металлов. Окисление и восстановление растворенных загрязнений. Хлорирование и озонирование сточных вод. Расчет потребности реагентов. | 2 | | | | | 2 | |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 13 | 9 | Тема 3.4<br>3.4. Физико-химические методы очистки. Методы разрушения устойчивых суспензий и эмульсий: коагуляция, элек-трокоагуляция, флокуляция. Методы удаления раство-ренных органических и неорганических веществ: ионный обмен, сорбция, аэрация, экстракция, электродиализ, обратный осмос. Механизмы разделения, аппаратурное оформление, основы расчета, особенности эксплуатации. | 2 | | | | | 2 | |
| 14 | 9 | Тема 3.5<br>3.5. Термические методы очистки. Термо-окислительное обезвреживание сточных вод, концентрирование и выделение загрязнений путем испарения, выпаривания, кристаллизации, эвопарации. | 2 | | | | | 2 | |
| 15 | 9 | Тема 3.6<br>3.6. Биохимическая очистка сточных вод. Активный ил. Аэробные и анаэробные процессы. Необходимые условия и основные характеристики биохимической очистки. Биоочистка в искусственных сооружениях. Аэротенки и биофильтры. Методы обработки осадков сточных вод: | 2 | | | | | 2 | |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | уплотнение и обезвоживание, утилизация и ликвидация | | | | | | | |
| 16 | 9 | Раздел 4<br>Защита литосферы. | 6 | | 3/1 | | 23 | 86/1 | |
| 17 | 9 | Тема 4.1<br>4.1. Источники образования отходов. Нормирование качества почв. Отходы промышленности, сельского хозяйства, коммунального хозяйства городов. Классификация отходов. Нормирование содержания вредных веществ в почве. Классы опасности отходов. | 2 | | | | | 2 | |
| 18 | 9 | Тема 4.2<br>4.2. Утилизация и переработка отходов. Первичная и вторичная утилизация отходов. Примеры первичной утилизации. Вторичная переработка отходов. Механическая обработка. Обогащение отходов: гравитационный, электромагнитный, флотационный методы. Физико-химическое методы выделения компонентов отходов. Методы сушки отходов и виды сушилок. | 2 | | | | | 2 | |
| 19 | 9 | Тема 4.3<br>4.3. Обезвреживание и ликвидация отходов. Сжигание отходов. Способы сжигания и виды установок. Пиролиз отходов. Сбор, складирование и | 1 | | | | | 1 | |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | захоронение отходов на свалках и полигонах. | | | | | | | |
| 20 | 9 | Тема 4.4<br>4.4. Очистка загрязненных грунтов. Оценка загрязненности почв. Техника и технология очистки почв без выемки. Технологии очистки с выемкой грунта. | 1 | | | | | 1 | |
| 21 | | Всего: | 36 | 16 | 36/18 | | 182 | 324/18 | |

### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 16 ак. ч.

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 8 | РАЗДЕЛ 1 Источники загрязнений | Физико-химические свойства аэрозольных частиц | 1 |
| 2 | 8 | РАЗДЕЛ 1 Источники загрязнений | Определение показателей состава и pH продувочной воды паровых котлов | 1 |
| 3 | 8 | РАЗДЕЛ 1 Источники загрязнений | Определение показателей состава сточных вод ВПУ. | 2 |
| 4 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | Определение содержания пыли в воздухе | 1 |
| 5 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | Определение дисперсного состава пылей | 1 |
| 6 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | Определение кажущейся и насыпной плотности пыли, коэффициента порозности слоя пыли | 2 |
| 7 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | Влияние сброса легко окисляемых веществ на кислородный режим водоема | 1 |
| 8 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | 1. Определение показателей состава сточных вод. Общая щелочность и кислотность, pH, свободный хлор. /* Усреднение состава и разбавление сточных вод | 2 |
| 9 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | Осветление воды на фильтре с песчаной / антрацитовой загрузкой | 1 |
| 10 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | Нейтрализация кислых сточных вод с осаждением тяжелых металлов./ Взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод | 1 |
| 11 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | Определение оптимальной дозы коагулянта и влияние флокулянта на процесс хлопьеобразования | 1 |
| 12 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | Очистка сточной воды на ионитах | 2 |
| | | | ВСЕГО: | 16 / 0 |

Практические занятия предусмотрены в объеме 36 ак. ч.

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 8 | РАЗДЕЛ 1 Источники загрязнений | 1. Технические расчеты сжигания топлива. 2. Определение номинального расхода топлива котлом и годового потребления топлива котельной. 3. Расчетное определение максимальных разовых и годовых выбросов котельной малой мощности (оксид и диоксид азота, оксид углерода, сернистый ангидрид, бензапирен, летучая зола и коксовый остаток) при сжигании твердого, жидкого и газового топлива. | 4 / 2 |
| 2 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | 1. Объемный расход газов от котла, расход дымовых газов через устье дымовой трубы, оценка диаметра трубы. 2. Определение минимально необходимой высоты дымовой трубы по условиям рассеивания приведенного газового выброса и выброса твердых частиц. 3. Расчет массовых и объемных концентраций загрязняющих веществ. | 3 / 1 |
| 3 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | 1. Определение параметров закона распре-деления частиц по размерам по данным дисперсного состава уноса твердых продуктов сгорания топлива. 2. Определение типоразмера золоуловителя (циклоны групповые и батарейные, труба Вентури). 3. Определение аэродинамического сопротивления и затрат энергии на прокачку золоуловителя. 4. Оценка максимальной и среднеэксплуатационной степени очистки. | 5 / 3 |
| 4 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | 1. Расчет абсорбера для связывания выброса диоксида серы. 2. Расчет адсорбера периодического действия. | 2 / 1 |
| 5 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | Расчет процесса и устройств для реализации: 1) каталитического восстановления оксидов азота аммиаком; 2) некаталитического восстановления оксидов азота аммиаком. Контрольная работа. | 4 / 2 |
| 6 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | 1. Суточный объем сточных вод от продувки паровых котлов. 2. Состав и суточный сброс солей от непрерывной продувки паровых котлов. 3. Суточный объем сточных вод водоподготовительной установки (ВПУ). 4. Состав и суточный сброс солей со стоками ВПУ. 5. Усреднение состава сточных вод и проверка возможности выпуска их в дренаж без очистки. 6. Предельно допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ и определение необходимой степени очистки (при разбавлении сточных вод водой водотока) | 3 / 3 |

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | 1. Расчет отстойника с блоком тонкослоевого отстаивания (и прочего оборудования поста мойки автомобилей) | 2 |
| 8 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | 1. Расчет процессов нейтрализации и реагентного осаждения тяжелых металлов сточных вод гальванического участка. 2. Расчет процессов содоизвесткования отработанных регенерационных стоков ВПУ с целью уменьшения расхода соли и воды на собственные нужды. 3. Расчет самонейтрализации щелочных и кислых стоков. 4. Расчет фильтра- нейтрализатора со щелочной загрузкой. | 4 / 3 |
| 9 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | 1. Расчет электродиализного аппарата | 2 |
| 10 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | 1. Расчет выпарного аппарата с погружной горелкой | 2 / 1 |
| 11 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | 1. Расчетное определение ХПК сточных вод, загрязненнных «известной» органикой. | 2 / 1 |
| 12 | 9 | РАЗДЕЛ 4 Защита литосферы. | 1. Определение класса опасности отходов | 1 |
| 13 | 9 | РАЗДЕЛ 4 Защита литосферы. | 1. Расчет флотатора | 2 / 1 |
| | | | ВСЕГО: | 16 / 0 |

### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект имеет целью развитие у обучающихся навыков само-стоятельной работы, углублённое изучение какого-либо вопроса, темы, раз-дела учебной дисциплины (включая изучение литературы и источников).
Система курсового проектирования позволяет закреплять теоретиче-ские знания обучающихся, сформировать у них умение применять знания при решении прикладных задач, подготавливает к выполнению квалифика-ционной работы и к самостоятельной работе по избранной специальности, способствует развитию творческих способностей.

Тематика: «Экология котельной».

Выполнения курсового проекта способствует углублению и закрепле-нию знаний об условиях образования, свойствах и направлениях вредного воздействия на окружающую среду загрязняющих веществ, образующихся при сжигании топлива в производственно-отопительных котельных, а также процессах и оборудовании для их улавливания и/или обезвреживания и приобретению навыков подготовки данных для составления обязательного проектного тома «Экология объекта», в том числе:
- расчетного определения максимально- разовых и годовых выбросов загрязняющих веществ;
- определение по данным дисперсного анализа параметров закона распреде-ления твердых продуктов сгорания по размерам частиц;

- выбора типа и проектный расчет золоуловителя;
- оценки диаметра устья трубы;
- определение минимально требуемой высоты дымовой трубы по условиям рассеивания выбросов;
- определения суточного расхода сточных вод и сброса загрязняющих ве-ществ.

Варианты заданий (26 шт.) различаются составом основного оборудования, видом топлива, значением расчетных показателей качества воды. Методические указания к курсовой работе имеются.

Объем пояснительной записки 20 – 30 страниц.

Графическая часть:
- чертеж золоуловителя на листе формата А3/А4,
- график Д = f(dч).

Пример бланка задания.

Задание на курсовой проект
по дисциплине «Источники загрязнения и технические средства защиты окружающей среды»
ст. группы ТТП- 411 ……..
Вариант № 10

В климатической зоне г. Смоленск предполагается строительство производ-ственно-отопительной котельной с nк = 4 котлами КЕ-6,5-14 на твердом топливе. Площадь зеркала горения Fзг = 6,31 м2 , объем топочной камеры Vт = 14,77 м3.

Топливо: Донецкий Д, отсев Состав на рабочую массу в %

| W | A | S | C | H | N | O | Qн, МДж/кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 25,8 | 3,9 | 44,8 | 3,4 | 1,0 | 7,1 | 17,8 |

Способ сжигания слоевой , ПМЗ с решеткой обратного хода

При ном. нагрузке принять: к.п.д. котла ?к = 81,7 %,
потери от химической неполноты сгорания q3 = 1 %,
потери от механической неполноты сгорания q4 = 6 %,
коэффициент избытка воздуха в топке ?т = 1.25 ,
присосы воздуха до выходного окна топочной камеры ??т = 0,05, далее до золоуловителя – 0,15;
доля золы топлива в уносе аун = 0,17 , (плотность золы ?к = 1,9- 2,4 т/м3)
температура уходящих газов tух = 157 оС.

Дисперсный состав уноса твердых продуктов сгорания

| dч, мкм | < 10 | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 60-86 | 86-100 | > 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % | 19 | 14 | 10 | 8 | 6 | 4 | 10 | | |

4
25

Число часов использования установленной мощности Ти = 3800 ч/год.
Доля потерь конденсата пара ? = 0,29, максимальная подпитка тепловой сети Qтс = 8,3 м3/ч. Продувка котлов р = 4%. На ВПУ с Na – катионитными фильтрами подается вода с содержанием примесей согласно данным таблицы.

| свзв, мг/л | Ок, мг /л | Na+, мг/л | Ca2+, мг/л | Mg2+, мг/л | HCO3-, мг/л | SO42-, мг/л | Cl-, мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 3 | 22,3 | 39,3 | 11,0 | 146,4 | 44,0 | 18,4 |

В курсовом проекте подготовить данные для обязательного тома «Экология объекта». Для этого (минимальные требования):
- описать условия образования, свойства и направления вредного воздействия на окружающую среду основных загрязняющих веществ, образующихся при сжигании топлива,
- выполнить технические расчеты процесса горения,
- определить расчетный и годовой расход топлива,
- определить типоразмер и характеристики золоуловителя,
- рассчитать максимальные разовые и годовые выбросы загрязняющих веществ (в т.ч. и CO2),
- по условиям рассеивания примесей определить минимально необходимую высоту дымовой трубы (дымовые газы всех котлов эвакуируют через одноствольную трубу круглого сечения),
- определить количество и состав сточных вод котельной, проверить возможность выпуска сточных вод в дренаж без очистки.
Графическая часть: чертеж золоуловителя на А3, А4, график Д = f(dч)..
Дополнительно:
- определить концентрации загрязняющих веществ в газах за котлом (в мг/м3 и ppm),
- сравнить суммарную токсичность выбросов за котлом и в устье трубы,
- предложить и обосновать возможные мероприятия по дальнейшему снижению выбросов (техническое решение и его физическая суть, доля снижения выбросов, влияние на экономичность котла и т.п.),
- предложить и обосновать возможные мероприятия по снижению или утилизации стоков.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Источники загрязнения и технические средства защиты окружающей среды» проводится в форме лекций, практических занятий и лабораторных работ. Лекции по дисциплине «Источники загрязнения и технические средства защиты окружающей среды» проводятся в классической форме (тематические, проблемные). Половина практических занятий проводится в традиционной форме (объяснительно-иллюстративное решение задач). Остальная часть практиче-ского курса (36 часов из 72) проводится с использованием интерактивных (диалоговых) технологий, в том числе разбор и анализ конкретных ситуаций, технологий, основанных на коллективных способах обучения («мозговой штурм», дискуссия). В этом случае обучающиеся сами предлагают возможные технические решения устройств для очистки дымовых газов и сточной воды в котельных и на других предприятиях; обсуждают физические основы метода, конструктивные решения, расчетные параметры; оценивают возможную на практике степень очистки выбросов и сбросов, сокращение количества сточных вод и сбросов солей, снижение суммарной токсичности выбросов; выявляют особенности эксплуатации экозащитного оборудования, степень возможного влияния на экономичность котлов, и т.п.

Для выполнения лабораторной работы группа делится на рабочие бригады по 3-4 человека в каждой. Рабочая бригада выполняет свой вариант лабораторной работы. Бригады активно обсуждают выводы по результатам экспериментальной части работы.

Самостоятельная работа студента организована с использованием как традиционных видов работы, к которым относятся проработка лекционного материала и проработка отдельных тем по учебным пособиям.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Фонд оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания для оценки умений и навыков.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы | Всего часов |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 8 | РАЗДЕЛ 1 Источники загрязнений | Проработка материала по конспекту лекций. | 10 |
| 2 | 8 | РАЗДЕЛ 1 Источники загрязнений | Проработка материала по конспекту лекций. Изучение (конспектирование) темы по учебнику [1, стр.72-75], [2, стр.4-7], [3, стр. 6-8] | 20 |
| 3 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | Проработка материала по конспекту лекций. Изучение (конспектирование) темы по учебнику[1, стр.75-93], [2, стр.7-24]. | 15 |
| 4 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | Проработка материала по конспекту лекций, изучение (конспектирование) темы по учебнику [1, стр.100-108, 120-166], [2, стр. 24-202], [3, стр. 6-8]. Работа над вопросами для самопроверки. Подготовка к ТК1. | 24 |
| 5 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | Проработка материала по конспекту лекций, изучение (конспектирование) темы по учебнику[1, стр.109-114], [3, стр. 11-186]. Работа над вопросами для самопроверки. Подготовка к ТК2. | 18 |
| 6 | 8 | РАЗДЕЛ 2 Защита атмосферы | Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику [1, стр.109-114], [3, стр. 11-186]. | 13 |
| 7 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | Проработка материала по конспекту лекций, изучение и конспектирование темы по учебнику, нормативам[1, стр.97-100, 114-115], [4, стр. 5-80]. Работа над вопросами для само-проверки. Выполнение курсового проекта. | 10 |
| 8 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику [1, стр.149-166], [4, стр. 20-68]. Выполнение курсового проекта. | 10 |
| 9 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | Выполнение курсового проекта. Предложить и обосновать возможные мероприятия по снижению и/или утилизации сбросов котельной. Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику [4, стр.130-144] | 9 |
| 10 | 9 | РАЗДЕЛ 3 Защита гидросферы | Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику [4, стр.68-130]. Выполнение раздела курсового проекта: «предложить и обосновать возможные мероприятия по снижению и/или утилизации сбросов котельной». Поиск | 12 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | публикаций в электронных источниках по этому вопросу. Работа над вопросами для самопроверки. Подготовка к ТК1. | |
| 11 | 9 | РАЗДЕЛ 3<br>Защита гидросферы | Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику [4, стр.68-130]. | 8 |
| 12 | 9 | РАЗДЕЛ 3<br>Защита гидросферы | Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику [4, стр.144-186]. | 10 |
| 13 | 9 | РАЗДЕЛ 4<br>Защита литосферы. | Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику [5, стр.7-24]. | 6 |
| 14 | 9 | РАЗДЕЛ 4<br>Защита литосферы. | Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику [5, стр. 25-28, 114-170]. Работа над вопросами для самопроверки. Подготовка к ТК2. | 9 |
| 15 | 9 | РАЗДЕЛ 4<br>Защита литосферы. | Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику [5, стр. 94-113, 170-182]. Подготовка к защите и защита курсового проекта. | 5 |
| 16 | 9 | РАЗДЕЛ 4<br>Защита литосферы. | Проработка материала по конспекту лекций, конспектирование темы по учебнику.<br>Защита КП. | 3 |
| | | | ВСЕГО: | 182 |

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

| № п/п | Наименование | Автор (ы) | Год и место издания Место доступа | Используется при изучении разделов, номера страниц |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Процессы инженерной защиты окружающей среды (теоретические основы). Учеб. пособие | Ветошкин А.Г. | Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005 | Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4 |
| 2 | Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие | Ветошкин А.Г. | Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005 | Раздел 2 |
| 3 | Процессы и аппараты газоочистки. Учебное пособие | Ветошкин А.Г. | Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2006 | Раздел 2 |
| 4 | Процессы и аппараты защиты гидросферы. Учебное пособие | Ветошкин А.Г. | Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004 | Раздел 3 |
| 5 | Защита литосферы от отходов. Учебное пособие | Ветошкин А.Г. | Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004 | Раздел 4 |

### 7.2. Дополнительная литература

| № п/п | Наименование | Автор (ы) | Год и место издания Место доступа | Используется при изучении разделов, номера страниц |
|---|---|---|---|---|
| 6 | Методы защиты окружающей среды: учебник для вузов | Росляков П.В. | М.: Изд. МЭИ, 2007 | Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4 |
| 7 | Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учебное пособие для вузов | Ветошкин А.Г. | М.: Изд. Высшая школа, 2008 | Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4 |
| 8 | Водоотведение и очистка сточных вод | Яковлев С.В., Воронов Ю.В. | М.: Изд-во АСВ, 2002 | Раздел 1, Раздел 3 |
| 9 | Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: Учебное пособие | Под редакцией проф. Зубарева Н.И., Шар-повой Н.А. | М.: УМК МПС России, 1999 | Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4 |
| 10 | Инженерно-экологический справочник. Т1 | Тимонин А.С. | Калуга. Изд-во Н. Бочкаревой, 2003 | Раздел 1, Раздел 2 |
| 11 | Инженерно-экологический справочник. Т2. | Тимонин А.С. | Калуга. Изд-во Н. Бочкаревой, 2003 | Раздел 3 |
| 12 | Инженерно-экологический справочник. Т3 | Тимонин А.С. | Калуга. Изд-во Н. Бочкаревой, 2003 | Раздел 4 |
| 13 | «Экология котельной». Методические указания к курсовому и дипломному проектированию | Селиванов А.С., Воронова Л.А. | М.: МИИТ, 2012 | Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3 |
| 14 | Определение выбросов загрязняющих веществ котельной с котлами малой мощности: Методические | Горячкин Н.Б., Селиванов А.С. | М.: МИИТ, 2005 | Раздел 1, Раздел 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | указания к курсовому и дипломному проектированию | | | |
| 15 | Анализ загрязнений воды. Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Основы экологического мониторинга», «Технические средства защиты окружающей среды» | Селиванов А.С., Горя-кин Н.Б., Воронова Л.А. | М.: МИИТ, 2002 | Раздел 3 |
| 16 | Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Основы экологического мониторинга», «Технические средства защиты окружающей среды». Раздел - Определение кислорода в воде | Селиванов А.С., Горячкин Н.Б., Воронова Л.А. | М.: МИИТ, 2002 | Раздел 3 |
| 17 | «Экология и промышленность в России» | | НТБ МИИТ, 0 | Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4 |

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. http://library.miit.ru/ - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. http://elibrary.ru/ - научно-электронная библиотека.
3. Поисковые системы: Yandex, Google.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

При проведении учебных занятий по дисциплине «Источники загрязне-ния и технические средства защиты окружающей среды» используются воз-можности программного пакета Microsoft Office.
Прикладные обучающие программы: нет.
Электронная библиотека курса:
- учебники, книги, справочники, нормативные документы, статьи, методические пособия и пр. Всего 120 Мб.

## 10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Основная лекционная аудитория 2517 оборудована мультимедийным комплексом. Лабораторные работы проходят в ауд. 2432 (лаборатория «ТВСМиЭ»), с посадочными местами на ? группы (12-13 мест). Для прове-дения занятий используются приборы и оборудование учебного назначения:

10.2. Учебное оборудование:
- 4 стола для титрования,
- 6 химстолов для выполнения работ,

- вытяжной шкаф – 1 шт.,
- аквадистиллятор – 1 шт.,
- сушильный шкаф – 2 шт.,
- электропечь СНОЛ – 1 шт.,
- эксикатор – 3 шт.,
- лабораторная электроплитка – 3 шт.,

Компьютерное и мультимедийное оборудование:
- компьютер (где хранится электронная библиотека курса) с принтером.

10.3. Лабораторное оборудование и приборы:
- аналитические весы 2(эл) + 3(к)
- электронные лаб. весы – 4 шт.,
- бюретки титровальные – 12 шт.,
- термометры лабораторные.
- пробоотборное устройство ПУЭ-1 -1 шт.,
- анализатор Анион-4100-1шт.,
- вибропривод ВП-30Г-1шт.,
- набор калиброванных сит- 8сит,
- иономер И-130.2М.1 с электродами-1шт.,
- магнитная мешалка- 4 шт.,
- блок автоматического титрования БАТ15-2- 1 шт.,
- кислородомер АЖА- 1 шт.,
- экстрактор с блоком управления-1 шт.,
- фотоколориметр КФК-3м- 1 шт.,
- мини- экспресс лаборатория «Пчелка У-хим»;
- пикнометр- 4шт.,
- мерный цилиндр- 4 шт.,
- колбонагреватель - 3 шт.

10.4. Наглядные пособия и расходные материалы:
- лабораторное стекло и керамика,
- химреактивы,
- индикаторы,
- иониты сульфоуголь и КУ2-8,
- фильтроантрацит,
- силикагель различных марок.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции, ла-бораторные и практические занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные понятия и определения темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает указания на самостоятельную работу.

Качество полученного образования в немалой степени зависит от актив-ной роли самого обучающегося в учебном процессе. Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала. В конце лекции и во время специально организуемых индивидуальных встреч он может задать лектору вопросы.

Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся си-стемное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение основополагающего учебного материала, принципов действия и конструктивных особенностей оборудования, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Задачи практических занятий: закрепление и углубление знаний, полу-ченных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с учебной литературой, формирование у обучающихся умений и навыков ра-боты с исходными данными, научной литературой и нормативными доку-ментами. Практическому занятию должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и учебной литературой.

Выполнение практических заданий служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее по-ложений на практике. Их вместе с тем следует рассматривать как важное средство проверки освоения обучающимися тех или иных положений лек-ции, а также рекомендуемой для изучения литературы; как форму текущего контроля за отношением обучающихся к учебе и уровнем их знаний.

Задачи лабораторных занятий: закрепление и углубление знаний, полу-ченных на лекциях и формирование у обучающихся в процессе самостоя-тельной работы с приборами и лабораторным оборудованием, практических умений и навыков в профессиональной сфере.

По дисциплине предусмотрено выполнение студентами различных видов самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных усло-виях. Правильная организация СР, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профес-сионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

К самостоятельной работе студентов относится:

- проработка конспекта лекции;
- изучение темы по учебнику, учебному пособию и т.п.;
- подготовка к практическому или лабораторному занятию;
- конспектирование темы по учебнику (или иным источникам);
- работа над курсовым проектом;
- выполнение тестовых заданий;
- подготовка к ТК, зачету, экзамену.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и другие материалы. Вопросы и задания разработаны в рамках основных тем учебной дисциплины и включают терминологию и основные определения курса.

Фонд оценочных средств являются составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образова-тельной программы и обеспечивает повышение качества образовательного процесса и входит, как приложение, в состав рабочей программы дисципли-ны.

Основные учебно-методические материалы для обучающихся по дисци-плине приведены в разделе дополнительной литературы.