

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программа бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Источники загрязнения и технические средства защиты окружающей  
среды**

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 377843  
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур  
Владимирович  
Дата: 24.04.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Источники загрязнения и технические средства защиты окружающей среды» является:

- изучение теоретических и практических вопросов защиты окружающей среды от загрязнения выбросами, сбросами, отходами предприятий транспорта, теплоэнергетики и промышленности.

Задачами изучения дисциплины (модуля) являются:

- освоение методологии паспортизации выбросов и сбросов загрязняющих веществ объектами теплоэнергетики;

- формирование умений и навыков, необходимых для участия в подготовке экозащитных мероприятий (проектного тома «Экология объекта»).

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-1** - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

**ПК-2** - Способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;

**ПК-3** - Готовность участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации, оформлении законченных проектно-конструкторских работ в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами;

**ПК-6** - Готовность участвовать в сборе, обработке, анализе и обобщении результатов экспериментов и исследований элементов оборудования и объектов деятельности, применяя статистический анализ экспериментальных данных и в соответствии с методами обобщения и обработки информации.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- условия образования загрязняющих веществ в тепловых энергоустановках;

- способы выражения концентраций загрязняющих веществ;
- методы определения концентраций, выбросов и сбросов загрязняющих веществ;
- основы нормирования в области охраны окружающей среды;
- основные виды и принципиальные основы технологий обезвреживания и улавливания загрязняющих веществ;
  - виды и основные технические характеристики экозащитного оборудования;
  - задачи и методологию проведения расчетов проточного экозащитного оборудования.

#### **Уметь:**

- использовать эти знания для экспериментального определения концентраций ЗВ по заданной методике;
- использовать эти знания для экспериментального определения технологических характеристик процессов обезвреживания и очистки от ЗВ;
- использовать эти знания при разработке экозащитной проектной и рабочей документации;
- оформлять законченные проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами.

#### **Владеть:**

- навыками расчета количества выбросов и сбросов загрязняющих веществ по типовым методикам;
- навыками расчетной оценки концентраций загрязняющих веществ;
- навыками обработки данных дисперсного анализа аэрозольных частиц с применением статистических методов;
- навыками расчетной оценки типоразмера отдельных видов экозащитного оборудования в соответствии с техническим заданием.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами,

привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№6	№7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	144	64	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	80	32	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 108 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Первый семестр. Раздел 1. Источники загрязнений. Источники и загрязняющие вещества (ЗВ) предприятий по добыче минерального сырья, металлургии, машиностроения. Краткое содержание: - характеристика технологий и оборудования; - состав выбросов, сбросов, отходов; - абсолютное и/или удельное количество загрязняющих веществ.
2	Источники и загрязняющие вещества предприятий химической и нефтехимической промышленности, сельского хозяйства и транспорта. Краткое содержание: - характеристика технологий и оборудования; - состав выбросов, сбросов, отходов; - абсолютное и/или удельное количество загрязняющих веществ
3	Загрязнения от объектов теплоэнергетики. Краткое содержание:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- состав выбросов и отходов при сжигании топлива;</li> <li>- условия образования, свойства и направления вредного воздействия на ОС;</li> <li>- микропримеси в дымовых газах и твердых продуктах сгорания топлива;</li> <li>- выбросы при хранении топлива и пыление золоотвалов;</li> <li>- технические нормативы выбросов котлов;</li> <li>- технологические способы снижения выбросов котлов.</li> </ul>
4	<p><b>Раздел 2. Защита атмосферы.</b></p> <p>Общие понятия.</p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация выбросов;</li> <li>- массовая и объемная концентрации ЗВ;</li> <li>- нормирование примесей атмосферы;</li> <li>- предельно допустимый выброс (ПДВ);</li> <li>- рассеивание выбросов в атмосфере.</li> </ul>
5	<p><b>Свойства и характеристики аэродисперсных систем.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы образования и виды аэрозвесей;</li> <li>- твердые отходы и выбросы котлов;</li> <li>- размер частиц пыли, характеристики дисперсности;</li> <li>- фракция, массовая доля фракции, полный проход;</li> <li>- законы распределения массы пыли по размерам частиц;</li> <li>- физико-химические свойства частиц (плотность, слипаемость, смачиваемость, электрозаряженность, удельное электросопротивление слоя пыли).</li> </ul>
6	<p><b>Улавливание аэрозольных частиц.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация пылеуловителей;</li> <li>- общие технические характеристики пылеуловителей;</li> <li>- физические основы процессов обеспыливания.</li> </ul>
7	<p><b>Сухие механические пылеуловители.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гравитационные пылеосадители;</li> <li>- скорость седиментации;</li> <li>- минимальный размер улавливаемых частиц;</li> <li>- фракционная степень очистки;</li> <li>- технологические параметры.</li> </ul>
8	<p><b>Инерционные пылеуловители.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- жалюзийный пылеконцентратор. Группа жалюзи-циклон;</li> <li>- массовые балансы пыли и степень очистки. Технологические параметры;</li> <li>- стержневые пылеуловители;</li> <li>- циклоны одиночные, групповые и батарейные;</li> <li>- выбор типа и расчет циклонов;</li> <li>- вихревые пылеуловители, дымосос-пылеуловитель;</li> <li>- сравнение, достоинства и недостатки инерционных пылеуловителей.</li> </ul>
9	<p><b>Фильтры.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация и расчетные технологические параметры, фильтроэлементы;</li> <li>- действующие механизмы обеспыливания;</li> <li>- основы расчета фильтров;</li> <li>- особенности улавливания туманов. Туманоуловители.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
10	<p><b>Мокрые пылеуловители.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы организации контакта фаз;</li> <li>- основные типы аппаратов, достоинства и недостатки;</li> <li>- расчет газопромывателя Вентури.</li> </ul>
11	<p><b>Электрофильтры.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы электрофильтрации;</li> <li>- степень очистки в электрофильтрах;</li> <li>- типы электрофильтров и повышение степени очистки;</li> <li>- перспективные методы и механизмы обеспыливания.</li> </ul>
12	<p><b>Сорбционные методы очистки от паро-газовых выбросов.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химические основы сорбционных процессов: абсорбция, адсорбция, ионный обмен;</li> <li>- типы абсорберов и способы организации контакта, основы расчета абсорберов;</li> <li>- адсорбенты, их свойства и технологические характеристики, способы регенерации;</li> <li>- конструкции адсорберов, основы расчета;</li> <li>- примеры применения сорбционных технологий очистки от SO<sub>2</sub>;</li> <li>- применение ионитов для очистки холодных газовых выбросов.</li> </ul>
13	<p><b>Термические методы очистки газовых выбросов.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокотемпературное сжигание органических загрязнений, термоокисление с подогревом;</li> <li>- озонные технологии;</li> <li>- каталитическое восстановление и окисление;</li> <li>- виды катализаторов и их свойства;</li> <li>- каталитическое и некаталитическое восстановление оксидов азота аммиаком;</li> <li>- обезвреживание отходящих газов двигателей внутреннего сгорания.</li> </ul>
14	<p><b>Второй семестр. Раздел 3. Защита гидросферы. Общие сведения о водоотведении.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системы водоснабжения и водоотведения предприятий;</li> <li>- особенности железнодорожных предприятий как потребителей воды;</li> <li>- классификация, состав и свойства сточных вод;</li> <li>- правила выпуска сточных вод предприятий в городскую канализацию и водоемы.</li> </ul>
15	<p><b>Предельный допустимый сброс ЗВ.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормирование качества воды водоемов;</li> <li>- предельно допустимый сброс (ПДС) и определение расхода сточных вод;</li> <li>- разбавление сточных вод и определение необходимой степени очистки.</li> </ul>
16	<p><b>Удаление из воды механических примесей.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отстаивание, фильтрация, центробежное разделение;</li> <li>- нефтеловушки, тонкослойные отстойники, осветлители, механические фильтры, основы расчета;</li> <li>- гидроциклоны напорные и безнапорные, конструкция и основы расчета.</li> </ul>
17	<p><b>Методы, ускоряющие выделение дисперсных частиц.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коалесцентная сепарация;</li> <li>- флотация и электрофлотация;</li> <li>- пенная сепарация.</li> </ul>
18	<p><b>Химические методы очистки.</b></p> <p>Краткое содержание:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- нейтрализация щелочных и кислых сбросов;</li> <li>- реагентное осаждение тяжелых металлов;</li> <li>- восстановление и окисление растворенных загрязнений. Хлорирование и озонирование сточных вод;</li> <li>- расчет потребности реагентов.</li> </ul>
19	<p><b>Физико-химические методы очистки.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы разрушения устойчивых суспензий и эмульсий;</li> <li>- коагуляция, электрокоагуляция;</li> <li>- флокуляция.</li> </ul>
20	<p><b>Методы удаления растворенных органических и неорганических веществ.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ионный обмен, сорбция, экстракция;</li> <li>- мембранные технологии: электродиализ, обратный осмос. Механизмы разделения, аппаратное оформление, основы расчета, особенности эксплуатации.</li> </ul>
21	<p><b>Термические методы очистки.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термоокислительное обезвреживание сточных вод;</li> <li>- концентрирование и выделение загрязнений путем испарения, выпаривания, кристаллизации.</li> </ul>
22	<p><b>Биохимическая очистка сточных вод.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- активный ил;</li> <li>- аэробные и анаэробные процессы;</li> <li>- необходимые условия и основные характеристики биохимической очистки.</li> </ul>
23	<p><b>Биоочистка в искусственных сооружениях.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аэротенки и биофильтры;</li> <li>- биопруды, поля орошения и фильтрации;</li> <li>- обработка осадков сточных вод: уплотнение и обезвоживание, утилизация и ликвидация.</li> </ul>
24	<p><b>Раздел 4. Защита литосферы.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация отходов;</li> <li>- нормирование качества почв;</li> <li>- нормирование содержания вредных веществ в почве;</li> <li>- классы опасности отходов.</li> </ul>
25	<p><b>Утилизация и переработка отходов.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- первичная и вторичная утилизация отходов. Примеры первичной утилизации.</li> <li>- вторичная переработка отходов. Механическая обработка.</li> <li>- обогащение отходов: гравитационный, электромагнитный, флотационный методы.</li> </ul>
26	<p><b>Физико-химические методы выделения компонентов отходов.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы сушки отходов;</li> <li>- виды сушилок.</li> </ul>
27	<p><b>Обезвреживание и ликвидация отходов.</b></p> <p>Краткое содержание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сжигание отходов. Способы сжигания и виды установок;</li> <li>- пиролиз отходов;</li> <li>- сбор, складирование и захоронение отходов на свалках и полигонах.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
28	Очистка загрязненных грунтов. Краткое содержание: - оценка загрязненности почв; - техника и технология очистки почв без выемки; - технологии очистки с выемкой грунта.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Определение концентрации диоксида серы в воздухе В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение определять концентрации ЗВ.
2	Определение показателей состава и рН продувочной воды котлов В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение определять концентрации ЗВ и рН воды.
3	Определение запыленности воздуха В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умения определять концентрации ЗВ.
4	Определение дисперсного состава пыли В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение определять технологические характеристики процесса очистки.
5	Определение параметров закона распределения массы пыли по размерам частиц В результате выполнения лабораторной работы студент использует знания и получает характеристики пыли, необходимые для разработки экозащитной документации.
6	Определение кажущейся и насыпной плотности пыли, коэффициента порозности слоя пыли В результате выполнения лабораторной работы студент использует знания и получает характеристики пыли, необходимые для разработки экозащитной документации
7	Восполнение пропущенных работ, опрос по результатам выполненных работ В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение оформлять законченные работы.
8	Определение показателей состава сточных вод: общая щелочность/кислотность, рН, свободный хлор В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умения определять концентрации ЗВ.
9	Усреднение состава и взаимная нейтрализация сточных вод В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение определять технологические характеристики процесса очистки.
10	Определение свойств и технологических характеристик фильтроантрацита В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение определять технологические характеристики процесса очистки.
11	Осветление воды на фильтре с песчаной / антрацитовый загрузкой В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение определять технологические характеристики процесса очистки.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
12	<b>Нейтрализация кислых сточных вод с осаждением тяжелых металлов</b> В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение определять технологические характеристики процесса очистки
13	<b>Определение оптимальной дозы коагулянта. Флокуляция загрязнений воды</b> В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение определять технологические характеристики процесса очистки.
14	<b>Методы определения сорбционной емкости ионитов</b> В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение определять технологические характеристики процесса очистки.
15	<b>Восполнение пропущенных работ, опрос по результатам выполненных работ</b> В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает умение оформлять законченные работы.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Первый семестр. Определение объема дымовых газов и потребления топлива</b> В результате работы на практическом занятии студент закрепляет навык выполнения: - технических расчетов сжигания топлива; - определения номинального расхода топлива котлом и годового потребления топлива котельной.
2	<b>Расчет максимальных разовых и годовых выбросов ЗВ котельной малой мощности</b> В результате работы на практическом занятии студент вырабатывает навык расчета выбросов: - оксида и диоксида азота; - оксида углерода; - сернистого ангидрида.
3	<b>Расчет максимальных разовых и годовых выбросов ЗВ котельной малой мощности</b> В результате работы на практическом занятии студент вырабатывает навык расчета выбросов: - бензапирена; - мазутной золы в пересчете на ванадий.
4	<b>Определение минимально необходимой высоты дымовой трубы</b> В результате работы на практическом занятии студент вырабатывает навык расчета выбросов: - летучей золы; - коксового остатка.
5	<b>Расчет параметров закона распределения массы частиц уноса твердых продуктов сгорания топлива по размерам.</b> В результате выполнения практической работы студент закрепляет умение вычислять параметры закона распределения массы частиц уноса твердых продуктов сгорания топлива: - медианный размер частиц; - среднеквадратичное отклонение в законе распределения.
6	<b>Определение типоразмера и подбор золоуловителя (циклоны групповые или батарейные):</b> В результате выполнения практической работы студент вырабатывает навык: - оценки объемного расхода газов от котла; - определения типоразмера золоуловителя; - расчета аэродинамического сопротивления и затрат энергии на его прокачку; - оценки максимальной и среднеэксплуатационной степени очистки.
7	<b>Минимально необходимая высота дымовой трубы по условиям рассеивания ЗВ.</b> В результате выполнения практической работы студент вырабатывает навык: - оценки объемного расхода газов через устье дымовой трубы;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- оценки и выбора диаметра устья трубы; - расчета минимально необходимой высоты дымовой трубы.
8	<b>Количество и качество сточных вод котельной малой мощности</b> В результате выполнения практической работы студент вырабатывает навык определения сбросов загрязняющих веществ по типовым методикам.
9	<b>Второй семестр. Технологии снижения выбросов диоксида серы.</b> В результате выполнения практической работы студент развивает умение использовать знания при разработке экозащитной проектной документации.
10	<b>Обезвреживание выбросов оксидов азота.</b> В результате выполнения практической работы студент развивает умение использовать знания для оценки расхода реагентов в процессах: - каталитического восстановления оксидов азота аммиаком (технология СКВ); - некаталитического восстановления оксидов азота аммиаком (технология СНКВ).
11	<b>Основные понятия и определения: массовая концентрация ЗВ; балансы воды и ЗВ.</b> В результате выполнения практической работы студент приобретает умения, необходимые при оформлении законченной работы.
12	<b>Основные понятия и определения: показатели состава сточных вод; степень очистки</b> В результате выполнения практической работы студент приобретает умения, необходимые при оформлении законченной работы.
13	<b>Суточный сброс ЗВ паровой котельной. Количество продувочной воды. Состав и суточный сброс солей от непрерывной продувки котлов</b> В результате выполнения практической работы студент использует знания при разработке экозащитных мероприятий.
14	<b>Суточный сброс ЗВ паровой котельной. Суточный объем сточных вод водоподготовительной установки (ВПУ). Состав и суточный сброс солей, проверка возможности выпуска их в дренаж без очистки.</b> В результате выполнения практической работы студент использует знания при разработке экозащитных мероприятий.
15	<b>Усреднение состава сточных вод</b> В результате выполнения практической работы студент использует знания при разработке экозащитной проектной документации.
16	<b>Определение необходимой степени очистки при выпуске стоков в речной водоток. Коэффициент смешения и кратность разбавления сточных вод водой водотока</b> В результате выполнения практической работы студент использует знания при разработке экозащитных мероприятий.
17	<b>Определение необходимой степени очистки при выпуске стоков в речной водоток: max допустимая к отведению концентрация ЗВ; расчет min необходимой степени очистки ЗВ; предельно допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ</b> В результате выполнения практической работы студент использует знания при разработке экозащитной проектной документации.
18	<b>Расчет оборотной системы водоснабжения автомойки: поиск необходимых нормативных данных; расчет потребления воды и расхода воды в обороте; расчет усредненной концентрации загрязняющих веществ на входе системы</b> В результате выполнения практической работы студент приобретает умение определять технологические характеристики процесса очистки.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
19	Продолжение расчета оборотной системы водоснабжения автомойки: расчет отстойника с блоком тонкослоевого отстаивания В результате выполнения практической работы студент вырабатывает навык расчета и подбора типоразмера экозащитного оборудования.
20	Продолжение расчет оборотной системы водоснабжения пункта мойки автомобилей: расчет и выбор оборудования 2-ой и 3-ей ступеней очистки В результате выполнения практической работы студент вырабатывает навык расчета и подбора типоразмера экозащитного оборудования.
21	Расчет процессов нейтрализации и реагентного осаждения тяжелых металлов (стоки гальванического участка депо) В результате выполнения практической работы студент использует знания для оценки технологических характеристик процесса очистки.
22	Расчет электродиализного аппарата В результате выполнения практической работы студент вырабатывает навык расчета и подбора типоразмера экозащитного оборудования
23	Сравнение одноступенчатой и трехступенчатой адсорбции примесей сточной воды В результате выполнения практической работы студент использует знания для оценки технологических характеристик процесса очистки.
24	Определение класса опасности отходов В результате выполнения практической работы студент вырабатывает навык определения класса опасности отходов по типовым методикам.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Изучение дополнительной литературы.
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Выполнение курсового проекта "Экология котельной" способствует:

- закреплению знаний об условиях образования, и направлениях вредного воздействия на окружающую среду загрязняющих веществ, образующихся при сжигании топлива в котельных,
- закреплению знаний о процессах и оборудовании для их улавливания и/или обезвреживания,
- развитию умения использовать эти знания при разработке экозащитной проектной документации;

- развитию навыков расчетного определения выбросов и сбросов ЗВ;
- приобретению навыков расчета и подбора экозащитного оборудования для составления обязательного проектного тома «Экология объекта».

Подготовлено 29 вариантов заданий на курсовое проектирование по теме «Экология котельной». Варианты различаются типом и составом основного оборудования, видом и маркой топлива, значением расчетных показателей воды источника. 11 вариантов заданий (выборочно из 29)

#### Вариант № 1

В климатической зоне г. Москва предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 4 котлами КЕ-2,5-14 на твердом топливе.

Площадь зеркала горения  $F_{зг} = 2,74 \text{ м}^2$  , объем топочной камеры  $V_T = 10,47 \text{ м}^3$ .

Топливо: Донецкий Ж Состав на рабочую массу в %

W - 6

A - 23,8

S - 2,8

C - 58,5

H - 3,6

N - 1,2

O - 4,1

Q<sub>H</sub>, МДж/кг - 23,36

Способ сжигания слоевой, ПМЗ с неподвижной решеткой

#### Вариант № 2

В климатической зоне г. Москва предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 4 котлами КЕ-2,5-14 на твердом топливе.

Площадь зеркала горения  $F_{зг} = 2,74 \text{ м}^2$  , объем топочной камеры  $V_T = 10,47 \text{ м}^3$ .

Топливо: Подмосковный Б2, Состав на рабочую массу в %

W - 32

A - 25,2

S - 2,7

C - 28,7

H - 2,2

N - 0,6

O - 8,6

Q<sub>н</sub>, МДж/кг - 20,5

Способ сжигания слоевой, ПМЗ с неподвижной решеткой

#### Вариант № 5

В климатической зоне г. Одесса предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 3 котлами КЕ-4-14 на твердом топливе.

Площадь зеркала горения F<sub>зг</sub> = 3,27 м<sup>2</sup> , объем топочной камеры V<sub>т</sub> = 12,03 м<sup>3</sup>.

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

W - 14,0

A - 25,8

S - 3,9

C - 44,8

H - 3,4

N - 1,0

O - 7,1

Q<sub>н</sub>, МДж/кг - 17,8

Способ сжигания слоевой, ПМЗ с решеткой обратного хода

#### Вариант № 6

В климатической зоне г. Смоленск предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 5 котлами КЕ-4-14 на твердом топливе.

Площадь зеркала горения F<sub>зг</sub> = 3,27 м<sup>2</sup> , объем топочной камеры V<sub>т</sub> = 12,03 м<sup>3</sup>.

Топливо: Донецкий Г, отсеv Состав на рабочую массу в %

W - 11,0

A - 26,7

S - 3,1

C - 49,2

H - 3,4

N - 1,0

O - 5,6

Q<sub>н</sub>, МДж/кг - 19,8

Способ сжигания слоевой, ПМЗ с неподвижной решеткой

#### Вариант № 9

В климатической зоне г. Москва предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 4 котлами КЕ-6,5-14 на твердом топливе.

Площадь зеркала горения F<sub>зг</sub> = 6,31 м<sup>2</sup> , объем топочной камеры V<sub>т</sub> = 14,77 м<sup>3</sup>.

Топливо: Подмосковный Б2, ОМСШ, Состав на рабочую массу в %

W - 31

A - 29

S - 2,1

C - 26,0

H - 2,2

N - 0,4

O - 9,3

Q<sub>н</sub>, МДж/кг - 9,3

Способ сжигания слоевой, ПМЗ с решеткой обратного хода

#### Вариант № 15

В климатической зоне г. Москва предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 4 котлами КЕ-10-14 на твердом топливе.

Площадь зеркала горения F<sub>зг</sub> = 6,39 м<sup>2</sup> , объем топочной камеры V<sub>т</sub> = 22,6 м<sup>3</sup>.

Топливо: Подмосковный Б2, ОМСШ Состав на рабочую массу в %

W - 32

A - 25,2

S - 2,7

C - 28,7

H - 2,2

N - 0,6

O - 8,6

Q<sub>н</sub>, МДж/кг - 10,4

Способ сжигания слоевой , ПМЗ с решеткой обратного хода

#### Вариант № 20

В климатической зоне г. Орел предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 3 котлами ДКВР-20-13 на твердом топливе.

Площадь зеркала горения F<sub>зг</sub> = 12,9 м<sup>2</sup> , объем топочной камеры V<sub>т</sub> = 43 м<sup>3</sup>.

Топливо: торф фрезерный Состав на рабочую массу в %

W - 50

A - 6,3

S - 0,1

C - 24,7

H - 2,6

N - 1,1

O - 15,2

Q<sub>н</sub>, МДж/кг - 8,12

Способ сжигания слоевой , топка Шершнева

#### Вариант № 23

В климатической зоне г. Смоленск предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 4 котлами Е-25-14ГМ на жидком топливе.

Площадь зеркала горения  $F_{зг} = \dots \text{ м}^2$  , объем топочной камеры  $V_T = 29,0$   
м<sup>3</sup>.

Топливо: мазут малосернистый Состав на рабочую массу в %

W - 3

A - 0,05

S - 0,3

C - 84,65

H - 11,7

N - 0

O - 0,3

Q<sub>H</sub>, МДж/кг -40,28

Способ сжигания камерный , горелка ГМП с паро-мех. форсункой.

#### Вариант № 26

В климатической зоне г. Москва предполагается строительство  
производственно- отопительной котельной с пк = 4 котлами ДЕ-4-14ГМ на  
жидком топливе.

Площадь зеркала горения  $F_{зг} = \dots \text{ м}^2$  , объем топочной камеры  $V_T = 8,01$   
м<sup>3</sup>.

Топливо: малосернистый мазут Состав на рабочую массу в %

W - 3

A - 0,05

S - 0,3

C - 84,65

H - 11,7

N - 0

O - 0,3

Q<sub>H</sub>, МДж/кг - 40,28

Способ сжигания камерный , горелка ГМ с паро-мех. форсункой.

### Вариант № 28

В климатической зоне г. Москва предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 3 котлами Е-1-9-2М на жидком топливе.

Площадь зеркала горения  $F_{зг} = \dots$  м<sup>2</sup> , объем топочной камеры  $V_T = 2,2$  м<sup>3</sup>.

Топливо: мазут малосернистый Состав на рабочую массу в %

W - 3

A - 0,05

S - 0,3

C - 84,65

H - 11,7

N - 0

O - 0,3

Q<sub>H</sub>, МДж/кг - 40,28

Способ сжигания камерный , горелка АР-90 с ротационной форсункой.

### Вариант № 29

В климатической зоне г. Уральск предполагается строительство производственно- отопительной котельной с пк = 4 котлами ПКН-3М (1 т/ч) на жидком топливе.

Площадь зеркала горения  $F_{зг} = \dots$  м<sup>2</sup> , объем топочной камеры  $V_T = 1,6$  м<sup>3</sup>.

Топливо: мазут малосернистый Состав на рабочую массу в %

W - 3

A - 0,05

S - 0,3

C - 84,65

H - 11,7

N - 0

O - 0,3

Q<sub>H</sub>, МДж/кг - 40,28

Способ сжигания камерный , горелка AP-90 с ротационной форсункой.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р Технология защиты окружающей среды (теоретические основы). Учебное пособие. Издательство: НИЦ ИНФРА-М, 2024. – 362 с. ISBN: 978-5-16-009259-1	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=446797">https://znanium.ru/catalog/document?id=446797</a>
2	Ветошкин А. Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов : учебное пособие / Издательство: Инфра-Инженерия, 2019. — 416 с. — ISBN 978-5-9729-0249-1	<a href="https://e.lanbook.com/book/124601">https://e.lanbook.com/book/124601</a>
3	Ветошкин, А. Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности : учебное пособие : в 2 частях / А. Г. Ветошкин. — Вологда : Инфра-Инженерия, [б. г.]. — Часть 1 : Системное обращение с отходами — 2019. — 440 с. — ISBN 978-5-9729-0233-0.	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=326341">https://znanium.ru/catalog/document?id=326341</a> (дата обращения 03.06.2025)
4	Ветошкин, А. Г. Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 460 с. — ISBN 978-5-9729-0347-4.	<a href="https://znanium.ru/read?id=346705">https://znanium.ru/read?id=346705</a> (дата обращения 03.06.2025)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://library.miiit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

<http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

Поисковая система Yandex.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

При проведении учебных занятий по дисциплине «Источники загрязнения и технические средства защиты окружающей среды» используются возможности программного пакета Microsoft Office.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Основная лекционная аудитория оборудована мультимедийным комплексом.

Лабораторные работы проходят в аудитории, которая снабжена оборудованием и приборами учебного назначения:

- лабораторная мебель
- лабораторное оборудование
- лабораторные приборы
- компьютерное и мультимедийное оборудование
- лабораторное стекло и керамика в ассортименте
- наглядные пособия и расходные материалы

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 6 семестре.

Зачет в 6, 7 семестрах.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры  
«Теплоэнергетика транспорта»  
Института транспортной техники и  
систем управления

А.С. Селиванов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.В. Дмитренко

С.В. Володин