

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТЭС**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.05.07</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 7;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 48 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 48 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 117,2 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>7 семестр - 15,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>7 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Индивидуальный проект</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,3 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Прохоров В.Б.
	Идентификатор	R183612c6-ProkhorovVB-ce49934

(подпись)

В.Б. Прохоров

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тараторин А.А.
	Идентификатор	Ra801db72-TaratorinAA-0945af7f

(подпись)

А.А. Тараторин

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедрой

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев Н.Д.
	Идентификатор	R618dc98f-RogalevND-c9225577

(подпись)

Н.Д. Рогалев

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение процессов образования вредных веществ, сточных вод, физических воздействий и технологий их снижения на энергетических объектах.

### Задачи дисциплины

- Получение практических знаний по воздействию энергетических объектов на окружающую среду и по технологиям, позволяющим снизить это воздействие.;
- Умение выполнять расчеты по определению вредных выбросов, сточных вод и физических воздействий ТЭС;
- Умение проводить расчеты по выбору параметров природоохранных установок и по определению их эффективности.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	ИД-4 <sub>УК-8</sub> Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на состояние природной среды и устойчивое развитие общества	знать: - Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере..  уметь: - Использовать программы расчетов выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере, программы расчета распространения шума..
ПК-1 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Выполняет комплекс экономических и/или экологических расчётов объектов профессиональной деятельности	знать: - Основные характеристики шума, источники повышенного уровня шума на ТЭС, нормирование шума, методы снижения уровня шума.; - Конструкции дымовых труб, золоуловителей и установок очистки дымовых газов от газообразных веществ..  уметь: - Самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета выбросов загрязняющих веществ и их рассеивания в атмосфере, применять их для решения поставленной задачи.; - Осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		окружающую среду..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Тепловые электрические станции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Экология энергетики и основы природоохранного законодательства	36	7	8	-	12	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение литературы. Подготовка к тесту</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Содержание современной экологии и характеристика глобальных экологических проблем"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 120-126 [2], 8-34</p>
1.1	Содержание современной экологии и характеристика глобальных экологических проблем.	18		4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
1.2	Воздействия энергетики на окружающую среду. Основы природоохранного законодательства РФ	18		4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
2	Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями	13		8	-	3	-	-	-	-	-	2	-	
2.1	Методика расчета массовых выбросов загрязняющих веществ с помощью измерения их концентрации в	7		4	-	2	-	-	-	-	-	1	-	

	дымовых газах													
2.2	Расчетные методики определения выбросов загрязняющих веществ ТЭС	6	4	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<p>уходящих газов <math>t_{ух} = 150</math> оС. Концентрация оксидов азота в сухих газах при стандартных условиях) составляет 650 мг/м .</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями" материалу</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[4], 28-31 [8], 215-221</p>	
3	Рассевание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС	20	10	-	5	-	-	-	-	-	5	-	<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Рассчитать необходимую высоту дымовых труб для проектируемой ТЭС. Рассчитать предельно допустимые выбросы (ПДВ) для проектируемой ТЭС. Рассчитать максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ , расстояние на котором они достигаются и опасную скорость ветра.</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а</p>	
3.1	Строение атмосферы	8	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
3.2	Дымовые трубы ТЭС	7	4	-	2	-	-	-	-	-	1	-		
3.3	Нормативная методика рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере	5	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-		

													так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 31-42 [6], 25-31	
4	Золоулавливание и золоудаление	26	6	-	8	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Золоулавливание и золоудаление"
4.1	Основы теории золоулавливания	18	2	-	6	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Определить основные параметры электрофильтра, обеспечивающего заданную степень улавливания золы, для энергоблока заданной электрической мощности, работающего на заданном виде топлива.
4.2	Золоуловители ТЭС	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Золоулавливание и золоудаление"
4.3	Золоудаление	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 6-19 [7], 38-66

5	Образование газообразных загрязняющих веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов.	35	8	6	8	-	-	-	-	-	13	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов. Контроль выбросов ТЭС"</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Пути снижения выбросов загрязняющих веществ на ТЭС.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов. Контроль выбросов ТЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов. Контроль выбросов ТЭС"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 4-30 [7], 67-118</p>
5.1	Образование оксидов азота и пути снижения их выброса	20	2	6	4	-	-	-	-	-	8	-	
5.2	Образование оксидов серы и пути снижения их выброса.	5	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
5.3	Выбросы бенз(а)пирена и оксида углерода при сжигании органического топлива	5	2	-	2	-	-	-	-	-	1	-	
5.4	Сжигание топлива в "кипящем слое"	5	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
6	Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу	32	4	10	6	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и</p>
6.1	Шумовое воздействие ТЭС на окружающую среду	26	2	10	4	-	-	-	-	-	10	-	
6.2	Электромагнитное	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	



	воздействие ТЭС и АЭС на окружающую среду												задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" материалу. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 7-23; 36-39; 125-153
7	Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка реферата:</u></b> Темы рефератов: 1.Термически загрязненные воды ТЭС; 2.Сточные воды водоподготовительных установок; 3.Сточные воды гидрозолоудаления; 4.Сточные воды ТЭС, загрязненные нефтепродуктами; 5.Сточные воды от наружных обмывок поверхностей нагрева котлов; 6.Виды сточных вод ТЭС.
7.1	Классификация водоемов и сточных вод ТЭС	12	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [7], 246-311
7.2	Снижение сбросов сточных вод ТЭС	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
	Экзамен	35.8	-	-	-	-	2	-	-	0.3	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.2	-	-	-	16	-	4	-	0.5	15.7	-	

	Всего за семестр	252.0		48	16	48	16	2	4	-	0.8	83.7	33.5	
	Итого за семестр	252.0		48	16	48	18		4		0.8		117.2	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Экология энергетики и основы природоохранного законодательства

1.1. Содержание современной экологии и характеристика глобальных экологических проблем.

Предмет и задачи экологии. Соотношение экосистемного и популяционного, холистического и редуccionистского подходов в экологии. Подразделения экологии (прикладная, инженерная экология). Экосистема. Эмерджентные свойства экосистем. Принцип эмерджентности. Закон Эшби. Концепция экосистемы (биосферы Земли) как кибернетической природной системы. Гомеостаз. Обобщенная модель саморегулируемой экосистемы. Механизмы поддержания устойчивости в биосфере Земли. Два вида стабильности экосистемы. Условия устойчивого развития. Абиотические компоненты биосферы Земли (атмосфера, гидросфера, литосфера) и их основные характеристики. Биотические компоненты экосистем Земли. Разновидности сред на Земле. Факторы среды. Лимитирующий фактор. Предел толерантности. Адаптация. Экологическая валентность. Нарушение (в экологическом аспекте). Соотношение между природными и промышленными выбросами вредных веществ..

1.2. Воздействия энергетики на окружающую среду. Основы природоохранного законодательства РФ

Воздействия ТЭС, ГЭС и АЭС на окружающую среду. Разведанные запасы и потребление органического топлива в России и в мире. Воздействие ТЭС, ГЭС и АЭС на природную среду в локальном и глобальном масштабах. Трансформация вредных веществ в атмосфере. Основные законы РФ в области охраны окружающей среды: «Закон об охране окружающей среды», «Закон об охране атмосферного воздуха», «Закон о лицензировании природоохранной деятельности» и др. Международные соглашения, подписанные Россией в области охраны окружающей среды. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ. Последние изменения в природоохранном законодательстве РФ. Плата за выбросы и сбросы вредных веществ в окружающую среду..

#### 2. Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями

2.1. Методика расчета массовых выбросов загрязняющих веществ с помощью измерения их концентрации в дымовых газах

Расчета выбросов загрязняющих веществ по данным прямых измерений концентраций вредных веществ в дымовых газах. Расчет выбросов оксидов азота и оксида углерода.

2.2. Расчетные методики определения выбросов загрязняющих веществ ТЭС

Расчет определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС оксидов серы, золы, бенз(а)пирена, мазутной золы в пересчете на ванадий. Технологические нормативы для котельных установок по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

#### 3. Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС

3.1. Строение атмосферы

Основы статики и динамики атмосферы. Уравнение турбулентной диффузии для решения задачи рассеивания вредных веществ в атмосфере..

3.2. Дымовые трубы ТЭС

Конструкции дымовых труб ТЭС и котельных. Выбор типа, числа и параметров дымовых труб ТЭС. Расчет статических давлений в дымовых трубах и пути предотвращения возникновения избыточных статических давлений в дымовых трубах. Самоокутывание дымовых труб.. Гидродинамический и тепловой подъемы факела над устьем дымовой трубы..

### 3.3. Нормативная методика рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

Нормативная методика расчета рассеивания примесей в атмосфере. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ. Вещества одностороннего действия. Расчет высоты дымовых труб..

## 4. Золоулавливание и золоудаление

### 4.1. Основы теории золоулавливания

Характеристики летучей золы. Определение фракционного состава золы. Основы теории золоулавливания.

### 4.2. Золоуловители ТЭС

Типы золоуловителей ТЭС. Инерционные золоуловители, их расчет, выбор параметров и эффективность работы. Мокрые золоуловители, их расчет, выбор параметров и эффективность работы. Электрофильтры, их конструкция и принцип работы. Влияние электрофизических свойств золы и аэродинамики потока на работу электрофильтров. Расчет параметров электрофильтров. Тканевые золоуловители, их конструкция и эффективность работы.

### 4.3. Золоудаление

Пневмо и гидротранспорт золы. Золоотвалы ТЭС и их воздействие на окружающую среду. Использование золы в народном хозяйстве..

## 5. Образование газообразных загрязняющих веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов.

### 5.1. Образование оксидов азота и пути снижения их выброса

Механизмы образования оксидов азота в топках котлов. Методы подавления образования оксидов азота: сжигание топлива с малыми избытками воздуха; рециркуляция дымовых газов; ступенчатое сжигание топлива, применение специальных горелочных устройств; ввод влаги в зону горения и др. Методы очистки дымовых газов от оксидов азота..

### 5.2. Образование оксидов серы и пути снижения их выброса.

Образование оксидов серы при сжигании различных видов топлива. Методы снижения содержания серы в топливе. Газификация и пиролиз топлива. Очистка дымовых газов от оксидов серы. Одновременная очистка дымовых газов от оксидов серы и азота..

### 5.3. Выбросы бенз(а)пирена и оксида углерода при сжигании органического топлива

Образование бенз(а)пирена и методы снижения его выброса, Образование продуктов неполного сгорания топлива..

### 5.4. Сжигание топлива в "кипящем слое"

. Выбросы оксидов серы и оксидов азота при сжигании топлива в котлах с «кипящим слоем»..

## 6. Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу

### 6.1. Шумовое воздействие ТЭС на окружающую среду

Основные характеристики шума: уровень звукового давления, уровень звуковой мощности, уровень интенсивности шума, частота и др. Источники шума на энергетических предприятиях. Нормирование уровня шума. Методики расчета снижения уровня шума при его распространении в газовой среде ТЭС и на открытом воздухе. Методы борьбы с шумом. Конструкции и принцип работы различных глушителей шума.

### 6.2. Электромагнитное воздействие ТЭС и АЭС на окружающую среду

Электромагнитное воздействие ТЭС и АЭС на биосферу. Нормативы по электромагнитным воздействиям.

## 7. Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки

### 7.1. Классификация водоемов и сточных вод ТЭС

Масштабы потребления воды и сбросов сточных вод различными энергетическими предприятиями. Классификация водоемов и сточных вод ТЭС и АЭС. Процессы самоочищения водоемов. Нормативы по загрязнению водоемов и сбросам сточных вод..

### 7.2. Снижение сбросов сточных вод ТЭС

Образование и пути снижения сбросов: термически загрязненных вод, сточных вод водоподготовительных установок, вод гидрозолоудаления, замазученных и замасленных вод, вод после консервации оборудования, вод после очистки поверхностей нагрева котлов. Применение мембранных технологий очистки воды и испарительных установок для сокращения сбросов сточных вод ТЭС. Применение пневмотранспорта золы с целью предотвращения образования вод гидрозолоудаления и более широкого использования золы в народном хозяйстве..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет статических давлений в конических дымовых трубах. Расчет диффузоров для дымовых труб. Расчет статических давлений в дымовых трубах с постоянным сечением газоотводящего ствола;
2. Расчет эффективности улавливания золы в электрофильтрах;
3. Расчет эффективности улавливания золы в мокрых золоуловителях;
4. Расчет эффективности улавливания золы в инерционных золоуловителях;
5. Расчет предельно допустимых выбросов;
6. Расчет платы за выбросы вредных веществ в атмосферу;
7. Расчет гидродинамического и теплового подъемов факела над устьем дымовых труб;
8. Общие характеристики биосферы Земли – включая расчеты по оценке обеспечения Земли энергоресурсами, расчеты по оценке соотношения между количествами генерируемого и потребляемого кислорода в биосфере Земли, расчеты по оценке баланса углекислого газа в атмосфере Земли;
9. Расчет классов устойчивости атмосферы;
10. Расчет выбросов оксидов азота при сжигании различных видов топлива;
11. Устойчивое развитие;
12. Выбор параметров установки каталитического восстановления оксидов азота;
13. Расчет приземных концентраций от выбросов ТЭС в атмосферу по нормативной методике. Расчет необходимой высоты дымовых труб;
14. Сточные воды ТЭС;
15. Расчет самокутывания дымовых труб;

16. Расчет выбросов оксидов серы, золы, бенз(а)пирена, мазутной золы в пересчете на ванадий;
17. Расчет снижения уровня шума в газовом тракте ТЭС. Расчет распространения шума на открытом воздухе.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 4. Измерение уровней шума в машинном зале и определение звуковой мощности турбоагрегата ТЭЦ МЭИ;
2. Лабораторная работа № 3. Расчет выбросов и приземных концентраций вредных веществ от тепловых электро-станций;
3. Лабораторная работа № 2. Расчет уровней шумов на открытом воздухе;
4. Лабораторная работа № 1. Определение выбросов и приземных концентраций оксидов азота от ТЭЦ МЭИ.

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Рассевание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Золоулавливание"

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Содержание современной экологии и характеристика глобальных экологических проблем. Основы природоохранного законодательства РФ."
2. Обсуждение материалов по разделу "Золоулавливание"
3. Защита письменных работ по разделу "Сточные воды ТЭС"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Защита лабораторных работ

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

7 Семестр

Курсовая работа (КР)

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 8	9 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	50	50	-

Выполненный объем нарастающим итогом, %	50	100	-
--	----	-----	---

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Нормативная методика расчета выбросов золы. Золоулавливание на ТЭС
2	Нормативные методики расчета выбросов загрязняющих веществ. Рассеивание выбросов ТЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС. Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
<b>Знать:</b>										
Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере.	ИД-4УК-8	+		+						Лабораторная работа/Лабораторная работа №1 по теме "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов"  Тестирование/Основы природоохранного законодательства РФ
Конструкции дымовых труб, золоуловителей и установок очистки дымовых газов от газообразных веществ.	ИД-5ПК-1			+	+	+	+			Индивидуальный проект/Выполнение и защита второй части курсовой работы  Индивидуальный проект/Выполнение и защита первой части курсовой работы  Лабораторная работа/Лабораторная работа № 3 по темам "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями" и "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере"
Основные характеристики шума, источники повышенного уровня шума на ТЭС, нормирование шума, методы снижения уровня шума.	ИД-5ПК-1								+	Лабораторная работа/Лабораторная работа №2 по теме "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу"
<b>Уметь:</b>										
Использовать программы расчетов выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере, программы расчета распространения шума.	ИД-4УК-8			+	+					Индивидуальный проект/Выполнение и защита второй части курсовой работы  Лабораторная работа/Лабораторная работа № 3 по темам "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми



								электростанциями" и "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере"		
Осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду.	ИД-5ПК-1					+	+	+	+	Индивидуальный проект/Выполнение и защита первой части курсовой работы  Лабораторная работа/Лабораторная работа №2 по теме "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу"  Лабораторная работа/Лабораторная работа № 3 по темам "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями" и "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере"
Самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета выбросов загрязняющих веществ и их рассеивания в атмосфере, применять их для решения поставленной задачи.	ИД-5ПК-1						+		+	Лабораторная работа/Лабораторная работа №1 по теме "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов"  Тестирование/Основы природоохранного законодательства РФ

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**7 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Основы природоохранного законодательства РФ (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение и защита второй части курсовой работы (Индивидуальный проект)
2. Выполнение и защита первой части курсовой работы (Индивидуальный проект)
3. Лабораторная работа №2 по теме "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Лабораторная работа № 3 по темам "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями" и "Рассевание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере" (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа №1 по теме "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов" (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 7 семестр и за курсовую работу

Курсовая работа (КР) (Семестр №7)

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Росляков П.В.- "Методы защиты окружающей среды", Издательство: "МЭИ", Москва, 2007 - (336 с.)

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000564.html>;

2. Путилов, В. Я. Основы экологии и природоохранной деятельности в энергетике : учебное пособие для слушателей программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов по направлениям "Теплоэнергетика и теплотехника" и

- "Электроэнергетика и электротехника" / В. Я. Путилов, И. В. Путилова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 135 с. - ISBN 978-5-7046-1942-0 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10181>;
3. Прохоров, В. Б. Образование и методы снижения выбросов оксидов азота при сжигании топлив на ТЭС : Учебное пособие по курсу "Природоохранные технологии" по направлению "Теплоэнергетика" / В. Б. Прохоров, Н. Д. Роголев, М. Г. Лысков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 32 с.;
4. Прохоров, В. Б. Расчет выбросов вредных веществ в атмосферу, выбор параметров электрофильтров и определение высоты дымовых труб : практикум по курсу "Природоохранные технологии на ТЭС" по направлению подготовки бакалавров 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. Б. Прохоров, В. С. Киричков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-2154-6 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11136>;
5. Тупов, В. Б. Факторы физического воздействия ТЭС на окружающую среду : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. Б. Тупов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 284 с. - ISBN 978-5-383-00758-7 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4262>;
6. Росляков, П. В. Расчет вредных выбросов ТЭС в атмосферу : Учебное пособие по курсу "Методы защиты окружающей среды", по специальности "Котло- и реакторостроение" / П. В. Росляков, Л. Е. Егорова, И. Л. Ионкин ; Ред. П. В. Росляков ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 2-е изд., испр. и доп. . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 84 с. - ISBN 5-7046-0796-9 .;
7. Повышение экологической безопасности ТЭС : учебное пособие для вузов по направлению 650800 "Теплоэнергетика", специальностям 100500 "Тепловые электрические станции" и 100600 "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях" / А. И. Абрамов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 378 с. - ISBN 5-7046-0712-8 .;
8. Природоохранные технологии на ТЭС : учебное издание для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / И. С. Никитина, В. Б. Прохоров, И. В. Путилова, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; ред. Н. Д. Роголев, В. Б. Прохоров . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 452 с. - Книга-победитель конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике, посвященного 90-летию МЭИ и 100-летию плана ГОЭРЛО . - ISBN 978-5-7046-2428-8 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11652>.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Acrobat Reader;
6. УПРЗА-Эколог.

## **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

7. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - [Http://proinfosoft.ru;  
http://docs.cntd.ru/](Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/)

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Т-520, Учебная аудитория	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	ЦН-101, Лаборатория ТЭЦ МЭИ	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Т-512, Компьютерный класс	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Т-509, Кабинет заведующего кафедрой ТЭС	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
	Т-513, ЦППОЭ и ТЭС	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-507, Архив, библиотека кафедры	стеллаж для хранения книг, стол, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Природоохранные технологии на ТЭС

(название дисциплины)

#### 7 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основы природоохранного законодательства РФ (Тестирование)
- КМ-2 Выполнение и защита первой части курсовой работы (Индивидуальный проект)
- КМ-3 Лабораторная работа № 3 по темам "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями" и "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере" (Лабораторная работа)
- КМ-4 Лабораторная работа №1 по теме "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов" (Лабораторная работа)
- КМ-5 Лабораторная работа №2 по теме "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" (Лабораторная работа)
- КМ-6 Выполнение и защита второй части курсовой работы (Индивидуальный проект)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	15
1	Экология энергетики и основы природоохранного законодательства							
1.1	Содержание современной экологии и характеристика глобальных экологических проблем.		+			+		
1.2	Воздействия энергетики на окружающую среду. Основы природоохранного законодательства РФ		+			+		
2	Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями							
2.1	Методика расчета массовых выбросов загрязняющих веществ с помощью измерения их концентрации в дымовых газах			+	+			+
2.2	Расчетные методики определения выбросов загрязняющих веществ ТЭС				+			+
3	Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС							
3.1	Строение атмосферы		+			+		
3.2	Дымовые трубы ТЭС			+	+			+

3.3	Нормативная методика рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере			+			+
4	Золоулавливание и золоудаление						
4.1	Основы теории золоулавливания		+	+		+	+
4.2	Золоуловители ТЭС		+	+			+
4.3	Золоудаление		+	+			+
5	Образование газообразных загрязняющих веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов.						
5.1	Образование оксидов азота и пути снижения их выброса	+	+	+	+	+	+
5.2	Образование оксидов серы и пути снижения их выброса.	+			+		
5.3	Выбросы бенз(а)пирена и оксида углерода при сжигании органического топлива	+			+		
5.4	Сжигание топлива в "кипящем слое"	+			+		
6	Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу						
6.1	Шумовое воздействие ТЭС на окружающую среду		+	+		+	
6.2	Электромагнитное воздействие ТЭС и АЭС на окружающую среду					+	
7	Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки						
7.1	Классификация водоемов и сточных вод ТЭС		+	+		+	
7.2	Снижение сбросов сточных вод ТЭС	+			+		
Вес КМ, %:		20	10	20	20	20	10

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Природоохранные технологии на ТЭС

(название дисциплины)

#### 7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

КМ-1 Защита первой части КР (золоулавливание)

КМ-2 Защита второй части КР

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
		Неделя КМ:	8	16
1	Нормативная методика расчета выбросов золы. Золоулавливание на ТЭС		+	
2	Нормативные методики расчета выбросов загрязняющих веществ. Рассевание выбросов ТЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС. Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов			+
Вес КМ, %:			50	50