

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

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

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

В.Б. Прохоров

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

А.А. Тараторин

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дудолин А.А.
	Идентификатор	Rb94958b9-DudolinAA-83802984

А.А. Дудолин

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 _{УК-8} 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 _{ПК-1} Выполняет комплекс экономических и/или экологических расчётов объектов профессиональной деятельности	знать: - Конструкции дымовых труб, золоуловителей и установок очистки дымовых газов от газообразных веществ.;; - Основные характеристики шума, источники повышенного уровня шума на ТЭС, нормирование шума, методы снижения уровня шума.. уметь: - Осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду.;; - Самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета выбросов загрязняющих веществ и их рассеивания в атмосфере, применять их

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		для решения поставленной задачи..

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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение литературы. Подготовка к тесту</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Содержание современной экологии и характеристика глобальных экологических проблем"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 98-102 [2], 8-34 [8], 66-70</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	-	

													<p>обработки результатов по изученному в разделе "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 201-209 [4], 31-42 [6], 55-60</p>
4	Золоулавливание и золоудаление	26	6	-	8	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Золоулавливание и золоудаление"</p>
4.1	Основы теории золоулавливания	18	2	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка курсовой работы:</u> 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.</p>
4.2	Золоуловители ТЭС	4	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Золоулавливание и золоудаление"</p>
4.3	Золоудаление	4	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 6-19 [7], 38-66</p>

5	Образование газообразных загрязняющих веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов.	35	8	6	8	-	-	-	-	-	13	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов. Контроль выбросов ТЭС"</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> 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><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> 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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов. Контроль выбросов ТЭС"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 4-30 [7], 67-118 [8], 250-260</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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p>
6.1	Шумовое воздействие ТЭС на окружающую среду	26	2	10	4	-	-	-	-	-	10	-	

6.2	Электромагнитное воздействие ТЭС и АЭС на окружающую среду	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" материалу. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 7-23; 36-39; 125-153
7	Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки	18		4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка реферата:</u> 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	-	Сточные воды от наружных обмывок поверхностей нагрева котлов; 6.Виды сточных вод ТЭС.
7.2	Снижение сбросов сточных вод ТЭС	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], 246-311
	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; КПр – 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 воздушной 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. Устойчивое развитие;
2. Расчет выбросов оксидов серы, золы, бенз(а)пирена, мазутной золы в пересчете на ванадий;
3. Расчет самоокутывания дымовых труб;
4. Сточные воды ТЭС;
5. Расчет приземных концентраций от выбросов ТЭС в атмосферу по нормативной методике. Расчет необходимой высоты дымовых труб;
6. Выбор параметров установки каталитического восстановления оксидов азота;
7. Расчет выбросов оксидов азота при сжигании различных видов топлива;
8. Расчет эффективности улавливания золы в мокрых золоуловителях;
9. 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;
10. Расчет гидродинамического и теплового подъемов факела над устьем дымовых труб;
11. Расчет платы за выбросы вредных веществ в атмосферу;
12. Расчет предельно допустимых выбросов;
13. Расчет эффективности улавливания золы в инерционных золоуловителях;
14. Расчет эффективности улавливания золы в электрофильтрах;
15. Расчет статических давлений в конических дымовых трубах. Расчет диффузоров

для дымовых труб. Расчет статических давлений в дымовых трубах с постоянным сечением газоотводящего ствола;

16. Расчет классов устойчивости атмосферы;

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 "Рассеивание 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	50	50	-

раздела, %			
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. Рассевание 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		
Знать:										
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
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"
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"
Уметь:										
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 "Рассевание 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
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 "Рассевание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере"

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. Видеоконференции (Майнд, Сбеджас, ВК и др);
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
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