

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЭС

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.02.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	1 семестр - 4 часа;
Практические занятия	1 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 96,8 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	1 семестр - 0,9 часа;
включая:	
Тестирование	
Домашнее задание	
Промежуточная аттестация:	
Зачет	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Потапкина Е.Н.
	Идентификатор	R2dedd75c-PotapkinaYN-06ff3095

Е.Н. Потапкина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бураков И.А.
	Идентификатор	R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32

И.А. Бураков

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: является изучение основных направлений повышения экологической безопасности при эксплуатации тепловых электрических станций (далее-ТЭС).

Задачи дисциплины

- изучение перспективных технологий в области защиты воздушного бассейна от выбросов золы, оксидов серы и азота, на базе которых можно создать экологически безопасные ТЭС (далее - ЭкБТЭС);
- изучение перспективных решений , направленных на снижение выброса водяных паров и углекислого газа для ЭкБТЭС;
- изучение технологических процессов удаления отходов, образующихся при эксплуатации ТЭС, в виде сырья или конечных товарных продуктов, пригодных для последующего использования либо длительного безопасного хранения;
- овладение методикой проведения расчета выбросов углекислого газа и оценки качества золошлаков для ЭкБТЭС.

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
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-1 _{ОПК-1} Формулирует цели и задачи исследования	знать: - Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-2 _{ОПК-1} Определяет последовательность решения задач	знать: - Снижение выбросов оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-3 _{ОПК-1} Формулирует критерии принятия решения	уметь: - Расчет выбросов CO ₂ и качества золошлаков для ЭкБТЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Тепловые электрические станции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС	28.3	1	1.3	-	1	-	0.7	-	0.3	-	25	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 38-90 [2], 115 [3], 115
1.1	Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС	28.3		1.3	-	1	-	0.7	-	0.3	-	25	-	
2	Снижение выброса оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС	32.2		1.3	-	1	-	0.6	-	0.3	-	29	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Снижение выброса оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Снижение выброса оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 92-155 [2], 101-103 [3], 101-103
2.1	Снижение выброса оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС	32.2		1.3	-	1	-	0.6	-	0.3	-	29	-	

3	Расчет выбросов CO ₂ и качества золошлаков для ЭКБТЭС	29.5		1.4	-	2	-	0.7	-	0.3	-	25.1	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Снижение выброса углекислого газа и золошлаки на ЭКБТЭС" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Снижение выброса углекислого газа и золошлаки на ЭКБТЭС" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 157-184,186-202
3.1	Снижение выброса углекислого газа и золошлаки на ЭКБТЭС	29.5		1.4	-	2	-	0.7	-	0.3	-	25.1	-	
	Зачет	18.0		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0		4.0	-	4	-	2.0	-	0.9	0.3	79.1	17.7	
	Итого за семестр	108.0		4.0	-	4	2.0		0.9		0.3	96.8		

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. Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС

1.1. Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС

Место и роль твердого топлива в энергетике Российской Федерации. Снижение выброса золовых частиц с дымовыми газами котлов. Золоулавливание и типы золоуловителей. Циклонные и мокрые золоуловители. Электрофильтры. Тканевые фильтры, их конструкция. Опыт освоения тканевых фильтров. Снижение выбросов оксидов серы. Нормативы выброса оксидов серы в атмосферу. Очистка топлива от соединений серы. Связывание оксидов серы в процессе горения. Очистка дымовых газов от соединений серы. Мокроизвестняковый способ (МИС) очистки дымовых газов от оксидов серы. Мокро-сухой способ (МСС) очистки дымовых газов от оксидов серы. Магnezитовый способ очистки дымовых газов от оксидов серы. Упрощенные малозатратные технологии сероочистки. Техничко-экономические показатели сероочистки по данным отечественных и зарубежных фирм для экологически безопасных ТЭС.

2. Снижение выброса оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС

2.1. Снижение выброса оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС

Нормативы выброса оксидов азота. Механизмы образования оксидов азота: термические, топливные, "быстрые" оксиды азота. Первичные мероприятия по уменьшению выбросов оксидов азота: горелки с низким выбросом оксидов азота, ступенчатое сжигание топлива, рециркуляция дымовых газов, комбинация первичных мероприятий. Вторичные мероприятия по снижению выброса оксидов азота. Селективное каталитическое и не каталитическое восстановление оксидов азота в атомарный азот. Электронно-лучевой способ очистки дымовых газов от оксидов серы и азота. Снижение выброса водяных паров. Системы охлаждения конденсаторов турбин (прямоточная и обратная с градирнями). Выбросы водяных паров с дымовыми газами от ТЭС в атмосферу. Сухие градирни. Градирни комбинированного типа для экологически безопасных ТЭС.

3. Расчет выбросов CO₂ и качества золошлаков для ЭкБТЭС

3.1. Снижение выброса углекислого газа и золошлаки на ЭкБТЭС

Влияние углекислого газа на глобальное потепление климата на земле. Способы ограничения выброса углекислого газа в атмосферу: сжигание ископаемых топлив с малым содержанием углерода; использование ядерной энергии; реализация технических решений, повышающих КПД ТЭС; энергосбережение; теплофикация; использование возобновляемых источников энергии. Повышение КПД, паротурбинных ТЭС. Повышение КПД за счет организации парогазовых циклов. Химический и фазово-минералогический состав золы и шлака. Влияние золошлаков на окружающую среду. Использование золошлаков ТЭС. Методические положения по созданию систем золошлакоудаления на экологически безопасных ТЭС.

3.3. Темы практических занятий

1. Снижение выброса углекислого газа и золошлаки на ЭкБТЭС (3 часа);
2. Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС (2,5 часа);
3. Снижение выброса оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС (2,5 часа).

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭКБТЭС"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Снижение выбросов оксидов азота и водяных паров на ЭКБТЭС"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Снижение выброса углекислого газа и золошлаки на ЭКБТЭС"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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	
Знать:					
Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС	ИД-1 _{ОПК-1}	+			Тестирование/Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС
Снижение выбросов оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС	ИД-2 _{ОПК-1}		+		Тестирование/Снижение выбросов оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС
Уметь:					
Расчет выбросов CO2 и качества золошлаков для ЭкБТЭС	ИД-3 _{ОПК-1}			+	Домашнее задание/Расчет выбросов CO2 и качества золошлаков для ЭкБТЭС

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Расчет выбросов CO₂ и качества золошлаков для ЭкБТЭС (Домашнее задание)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС (Тестирование)
2. Снижение выбросов оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет (Семестр №1)

Оценка (зачтено , не зачтено) определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. 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 .;
2. Малышенко С.П.- "Основы современной энергетики Том 1. Современная теплоэнергетика", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013373.html>;
3. Основы современной энергетики. В 2 т. Т.1. Современная теплоэнергетика : учебник для вузов по направлениям "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" / А. Д. Трухний, М. А. Изюмов, О. А. Поваров, С. П. Малышенко ; Общ. ред. Е. В. Аметистов . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00161-5 ..

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, Сберджаз, ВК и др).

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. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http:\\proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный

Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Экологическая безопасность ТЭС

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС (Тестирование)

КМ-2 Снижение выбросов оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС (Тестирование)

КМ-3 Расчет выбросов CO₂ и качества золошлаков для ЭкБТЭС (Домашнее задание)**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	5	10	15
1	Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС				
1.1	Снижение выбросов золы и оксидов серы на ЭкБТЭС		+		
2	Снижение выброса оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС				
2.1	Снижение выброса оксидов азота и водяных паров на ЭкБТЭС			+	
3	Расчет выбросов CO ₂ и качества золошлаков для ЭкБТЭС				
3.1	Снижение выброса углекислого газа и золошлаки на ЭкБТЭС				+
Вес КМ, %:			30	30	40