

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
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ГАЗОВОЗДУХОПРОВОДЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	5 семестр - 8 часов;
Практические занятия	5 семестр - 8 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 160,2 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	5 семестр - 1,5 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тупов В.Б.
	Идентификатор	R60d84b1b-TupovVB-da499341

В.Б. Тупов

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	Рогалев Н.Д.
	Идентификатор	R618dc98f-RogalevND-c9225577

Н.Д. Рогалев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение совместного влияния элементов энергетических газозовоздухопроводов для последующего использования с целью повышения экономичности, надежности и экологической безопасности ТЭС.

Задачи дисциплины

- ознакомить обучающихся с влиянием элементов энергетических газозовоздухопроводов на экономичность, надежность и экологическую безопасность ТЭС;
- обучить обосновывать конкретные технические решения при последующем конструировании элементов энергетических газозовоздухопроводов;
- научить вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- ознакомить с профессиональной эксплуатацией современного оборудования и приборов.

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
ПК-2 Способен проводить организационно-управленческие и экспертно-аналитические работы на ТЭС	ИД-3ПК-2 оценивать техническое состояние, управлять режимами работы и безопасности оборудования ТЭС, контролировать получаемые результаты	знать: - серийное и новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, системы и сети; - проектную документацию, принимать архитектурные, технологические и конструктивные решения; - прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования. уметь: - использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии.

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 5 зачетных единиц, 180 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	Схемы газовоздушных трактов	35.0	5	2.2	-	2.1	-	0.4	-	0.3	-	30	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Схемы газовоздушных трактов"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Схемы газовоздушных трактов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 50-198</p>
1.1	Назначение газовоздушного тракта и его составные части. Принципиальные и полные схемы ГВТ	11.9		0.6	-	1	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
1.2	Затраты энергии на привод ТДМ	11.7		1	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
1.3	Экономический эффект от применения котлов с газоплотными стенками	11.4		0.6	-	0.6	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
2	Акустические характеристики элементов ГВТ	29.0		1.5	-	1.7	-	0.5	-	0.3	-	25	-	
2.1	Расчет аэродинамического сопротивления элементов газовоздушного. Теоретические основы разработки элементов ГВТ	11.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Акустические характеристики элементов ГВТ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u></p>	
2.2	Примеры	11.5	0.6	-	0.6	-	0.2	-	0.1	-	10	-		

														[4], 542 - 562
5	Дымовые трубы и компоновка элементов ГВТ	28.0	1.8	-	1.6	-	0.2	-	0.4	-	24	-	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Дымовые трубы"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Дымовые трубы"</p>
5.1	Дымовые трубы	11.3	0.6	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-		
5.2	Компоновка элементов ГВТ. Основные требования к компоновке ГВТ	5.3	0.6	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	4	-		
5.3	Выбор цокольной части дымовой трубы	11.4	0.6	-	0.6	-	-	-	0.2	-	10	-		
	Экзамен	36.2	-	-	-	-	0.2	-	-	0.3	-	35.7		
	Всего за семестр	180.0	8.0	-	8.0	-	2.0	-	1.5	0.3	124.5	35.7		
	Итого за семестр	180.0	8.0	-	8.0		2.0		1.5	0.3	160.2			

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. Схемы газоздушных трактов

1.1. Назначение газоздушного тракта и его составные части. Принципиальные и полные схемы ГВТ

Назначение газоздушного тракта.. Принципиальные и полные схемы. Схемы ГВТ, позволяющие уменьшить коррозию воздухоподогревателей.

1.2. Затраты энергии на привод ТДМ

Затрачиваемая работа для идеального цикла. Влияние давления на затрачиваемую работу. Нагревание газа при работе ТДМ.

1.3. Экономический эффект от применения котлов с газоплотными стенками

Уменьшение затрат на привод ТДМ. Уменьшение потерь теплоты из-за уменьшения избытка воздуха. Снижение температуры уходящих газов.

2. Акустические характеристики элементов ГВТ

2.1. Расчет аэродинамического сопротивления элементов газоздушного. Теоретические основы разработки элементов ГВТ

Снижение уровня шума на прямых участках. Снижение уровня шума на поворотах. Глушители ГВТ.

2.2. Примеры оптимальных с точки зрения аэродинамики форм поворотов

Воздухозаборное устройство. Формы воздухозаборов, поворотов и тройников. Коэффициенты сопротивления.

2.3. Акустические характеристики элементов ГВТ

Особенности расчета снижения уровня в энергетических газоздухопроводах. Снижения уровня шума на прямых участках. Снижение уровня шума на поворотах. Снижение уровня шума в ответвлениях. Снижение уровня шума в тракте.

3. Шумовые характеристики ТДМ

3.1. Шумовые характеристики ТДМ

Требования к ТДМ газоздушных трактов. Влияние характеристик ГВТ на характеристики ТДМ.

3.2. Выбор ТДМ для газоздушного тракта

Особенности регулирования ТДМ. Надежность работы ТДМ.

4. Устройства по очистке дымовых газов

4.1. Требования к устройствам по очистке дымовых газов

Нормативы удельных выбросов загрязняющих веществ. Формулы расчета массового выброса загрязняющих веществ. Пылезолоулавливание.

4.2. Снижение выбросов оксидов серы

Устройства по снижению выбросов золы. Устройства по снижению выбросов оксидов серы.

4.3. Снижение выбросов оксидов азота

Устройства по снижению выбросов оксидов азота. Режимно-технологические и конструктивные мероприятия.

5. Дымовые трубы и компоновка элементов ГВТ

5.1. Дымовые трубы

Требования к дымовым трубам. Типы дымовых труб. Расчет необходимой высоты дымовой трубы. Некоторые вопросы аэродинамики дымовых труб.

5.2. Компоновка элементов ГВТ. Основные требования к компоновке ГВТ

Основные требования к компоновке ГВТ. Выбор типа и числа дымовых труб. Выбор цокольной части дымовой трубы.

5.3. Выбор цокольной части дымовой трубы

Требования при выполнении цокольной части дымовых труб. Требования к компоновке внешних газоходов.

3.3. Темы практических занятий

1. Компоновка элементов ГВТ;
2. Схемы газоздушных трактов;
3. Тягодутьевые машины;
4. Дымовые трубы;
5. Аэродинамические и акустические характеристики ГВТ.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Схемы газоздушных трактов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Акустические характеристики элементов ГВТ"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Шумовые характеристики ТДМ"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Снижение выбросов оксидов серы"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дымовые трубы"

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	4	5	
Знать:							
прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	ИД-3ПК-2	+					Тестирование/Газовоздушный тракт
проектную документацию, принимать архитектурные, технологические и конструктивные решения	ИД-3ПК-2		+				Тестирование/ГВТ
серийное и новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, системы и сети	ИД-3ПК-2			+	+		Тестирование/Выбросы Тестирование/ГДМ
Уметь:							
использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии	ИД-3ПК-2					+	Контрольная работа/Трубы

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Газовоздушный тракт (Тестирование)
2. ГВТ (Тестирование)
3. ТДМ (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Трубы (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выбросы (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Никитина И. С., Прохоров В. Б., Путилова И. В., Рогалёв Н. Д., Роганков М. П., Росляков П. В., Рябов Г. А., Седлов А. С., Тупов В. Б., Шищенко В. В. - "Природоохранные технологии на ТЭС", Издательство: "НИУ МЭИ", Москва, 2021 - (452 с.)

<https://e.lanbook.com/book/362525>;

2. Тупов, В. Б. Газовоздушные тракты паровых котлов : учебное пособие по направлению "Теплоэнергетика" / В. Б. Тупов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 200 с. – ISBN 978-5-383-00269-8.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=783>;

3. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4262>;

4. Рогалев Н. Д., Дудолин А. А., Олейникова Е. Н. - "Тепловые электрические станции", Издательство: "НИУ МЭИ", Москва, 2022 - (768 с.)

<https://e.lanbook.com/book/307250>.

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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

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	НТБ-303, Лекционная	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с

работы	аудитория	выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, 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

Энергетические газоздухопроводы

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Газовоздушный тракт (Тестирование)

КМ-2 ГВТ (Тестирование)

КМ-3 ТДМ (Тестирование)

КМ-4 Выбросы (Тестирование)

КМ-5 Трубы (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	2	5	7	9	12
1	Схемы газоздушных трактов						
1.1	Назначение газоздушного тракта и его составные части. Принципиальные и полные схемы ГВТ		+				
1.2	Затраты энергии на привод ТДМ		+				
1.3	Экономический эффект от применения котлов с газоплотными стенками		+				
2	Акустические характеристики элементов ГВТ						
2.1	Расчет аэродинамического сопротивления элементов газоздушного. Теоретические основы разработки элементов ГВТ			+			
2.2	Примеры оптимальных с точки зрения аэродинамики форм поворотов			+			
2.3	Акустические характеристики элементов ГВТ			+			
3	Шумовые характеристики ТДМ						
3.1	Шумовые характеристики ТДМ				+	+	
3.2	Выбор ТДМ для газоздушного тракта				+	+	
4	Устройства по очистке дымовых газов						
4.1	Требования к устройствам по очистке дымовых газов				+	+	

4.2	Снижение выбросов оксидов серы			+	+	
4.3	Снижение выбросов оксидов азота			+	+	
5	Дымовые трубы и компоновка элементов ГВТ					
5.1	Дымовые трубы					+
5.2	Компоновка элементов ГВТ. Основные требования к компоновке ГВТ					+
5.3	Выбор цокольной части дымовой трубы					+
Вес КМ, %:		25	20	20	10	25