

**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: ТЭС: схемы, системы и агрегаты

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ГАЗОВОЗДУХОПРОВОДЫ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.10
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	3 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 93,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Тестирование</b>	
<b>Домашнее задание</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	3 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

## 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	Олейникова Е.Н.
	Идентификатор	R1baf83c5-OleynikovaYN-375dcd6

Е.Н.  
Олейникова

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:** Целью освоения дисциплины является изучение совместного влияния элементов энергетических газоздухопроводов для последующего использования с целью повышения экономичности, надежности и экологической безопасности ТЭС.

### Задачи дисциплины

- ознакомление с влиянием элементов энергетических газоздухопроводов на экономичность, надежность и экологическую безопасность ТЭС;
- овладение способами принятия и обоснования конкретных технических решений при последующем конструировании элементов энергетических газоздухопроводов.

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-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере тепло-энергетики и теплотехники	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует способность участвовать в разработке и совершенствовании оборудования, оптимизации режимов работы и технологических систем	знать: - методики аэродинамического и акустического расчетов энергетических газоздухопроводов; - методики технико-экономического сравнения различных схем энергетических газоздухопроводов.  уметь: - обосновывать выбор рационального варианта оборудования для схем энергетических газоздухопроводов; - рассчитывать технико-экономические показатели энергетических газоздухопроводов; - определять аэродинамическое сопротивление, снижение уровня шума в элементах энергетических газоздухопроводов, используя справочную литературу.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе ТЭС: схемы, системы и агрегаты (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 4 зачетных единицы, 144 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	Схемы и анализ энергетических газоздухопроводов	10	3	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Схемы газоздушных трактов"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Схемы газоздушных трактов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 4-20</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Подготовка расчетного задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Аэродинамические 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><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аэродинамические характеристики элементов ЭГ"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
1.1	Принципиальные и полные схемы ЭГ.	5		1	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Затраты энергии на привод ТДМ.	5		1	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
2	Аэродинамические характеристики элементов ЭГ	22		2	-	4	-	-	-	-	-	16	-	
2.1	Теория течения в каналах.	6		1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
2.2	Расчет аэродинамического сопротивления элементов газоздушного тракта	7	1	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
2.3	Теоретические основы разработки элементов ЭГ	9	-	-	1	-	-	-	-	-	8	-		

														[1], 21-37 [2], 1-5
3	Акустические характеристики элементов ЭГ	22	2	-	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Подготовка расчетного 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.
3.1	Расчет снижения уровня в энергетических газоздухопроводах.	22	2	-	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Акустические характеристики элементов ЭГ" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 41-54 [2], 5-12 [4], 146-163
4	Расчет уровня шума от энергетических газоздухопроводов	10	2	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет уровня шума от энергетических газоздухопроводов"
4.1	Расчет уровня шума для окружающего района.	10	2	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 57-77 [3], 2-38 [4], 84-120
5	Тягодутьевые машины как элемент ЭГ	12	2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Тягодутьевые машины как элемент ЭГ"
5.1	Тягодутьевые машины как элемент ЭГ	12	2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 78-101
6	Устройства по очистке дымовых	10	2	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу

	газов												"Устройства по очистке газов"
6.1	Устройства по очистке дымовых газов	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 127-157
7	Дымовые трубы	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
7.1	Дымовые трубы	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	Повторение материала по разделу "Дымовые трубы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 164-177
8	Компоновка элементов ЭГ	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
8.1	Компоновка элементов ЭГ	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	Повторение материала по разделу "компоновка элементов ЭГ" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 179-190
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	-	32	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	-	32		2		-	0.5		93.5	

**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 и анализ энергетических газоздухопроводов

#### 1.1. Принципиальные и полные схемы ЭГ.

Назначение газоздушного тракта и его составные части. Схемы ЭГ, позволяющие уменьшить коррозию воздухоподогревателя. Полные схемы ЭГ..

#### 1.2. Затраты энергии на привод ТДМ.

Затраты энергии на привод ТДМ. Экономический эффект от применения котлов с газоплотными стенками и под наддувом..

### 2. Аэродинамические характеристики элементов ЭГ

#### 2.1. Теория течения в каналах.

Особенности течения потоков в элементах ЭГ. Теория течения в каналах..

#### 2.2. Расчет аэродинамического сопротивления элементов газоздушного тракта

Расчет аэродинамического сопротивления элементов газоздушного тракта.

#### 2.3. Теоретические основы разработки элементов ЭГ

Теоретические основы разработки элементов ЭГ. Примеры оптимальных с точки зрения аэродинамики форм поворотов, цоколей и воздухозаборов.

### 3. Акустические характеристики элементов ЭГ

#### 3.1. Расчет снижения уровня в энергетических газоздухопроводах.

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

### 4. Расчет уровня шума от энергетических газоздухопроводов

#### 4.1. Расчет уровня шума для окружающего района.

Особенности расчета. Расчет уровня шума для окружающего района. Показатели направленности от устья дымовых труб и воздухозаборов дутьевых вентиляторов..

### 5. Тягодутьевые машины как элемент ЭГ

#### 5.1. Тягодутьевые машины как элемент ЭГ

Требования к тягодутьевым машинам ЭГ. Влияние характеристик ЭГ на характеристики ТДМ Особенности регулирования ТДМ. Надежность работы ТДМ ЭГ. Шумовые характеристики ТДМ Выбор ТДМ для газоздушного тракта.

### 6. Устройства по очистке дымовых газов

#### 6.1. Устройства по очистке дымовых газов

Требования к устройствам по очистке дымовых газов. Пылезолоулавливание. Снижение выбросов оксидов серы. Снижение выбросов оксидов азота..

### 7. Дымовые трубы

### 7.1. Дымовые трубы

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

## 8. Компоновка элементов ЭГ

### 8.1. Компоновка элементов ЭГ

Основные требования к компоновке ЭГ Выбор типа и числа дымовых труб и унификация их размеров Выбор цокольной части дымовой трубы.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Расчет статических давлений в дымовой трубе (4 часа);
2. Расчет аэродинамического сопротивления ЭГ (4 часа);
3. Выбор и расчет элементов ЭГ с наилучшими аэродинамическими характеристиками (4 часа);
4. Расчет снижения уровня звуковой мощности в элементах ЭГ (4 часа);
5. Расчет уровня звукового давления на расстояние от трубы и воздухозабора ЭГ (3 часа);
6. Выбор ТДМ для газоздушного тракта (4 часа);
7. Определение эффективности устройств по очистке дымовых газов (3 часа);
8. Расчет экономического эффекта от применения котлов с газоплотными стенками и под наддувов (4 часа);
9. Расчет увеличения температуры воздуха из-за сжатия в вентиляторе (2 часа).

### 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 "Аэродинамические характеристики элементов ЭГ"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Акустические характеристики элементов ЭГ"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет уровня шума от энергетических газоздухопроводов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тягодутьевые машины как элемент ЭГ"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устройства по очистке дымовых газов"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дымовые трубы"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Компоновка элементов ЭГ"

### 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	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
методики технико-экономического сравнения различных схем энергетических газоздухопроводов	ИД-5ПК-1	+								+	Тестирование/Тест «Назначение газоздушного тракта и его составные части»
методики аэродинамического и акустического расчетов энергетических газоздухопроводов	ИД-5ПК-1		+		+						Домашнее задание/Защита ТЗ "Газоздушные тракты паровых котлов" Тестирование/Тест Акустические характеристики элементов ЭГ Тестирование/Тест Тягодутьевые машины
<b>Уметь:</b>											
определять аэродинамическое сопротивление, снижение уровня шума в элементах энергетических газоздухопроводов, используя справочную литературу	ИД-5ПК-1		+	+							Тестирование/Тест Акустические характеристики элементов ЭГ Тестирование/Тест Аэродинамические характеристики элементов ЭГ
рассчитывать технико-экономические показатели энергетических газоздухопроводов	ИД-5ПК-1	+								+	Тестирование/Тест «Назначение газоздушного тракта и его составные части»
обосновывать выбор рационального варианта оборудования для схем энергетических газоздухопроводов	ИД-5ПК-1	+	+			+	+				Домашнее задание/Защита ТЗ "Газоздушные тракты паровых котлов"

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

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

**3 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита ТЗ "Газовоздушные тракты паровых котлов" (Домашнее задание)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест «Назначение газовоздушного тракта и его составные части» (Тестирование)
2. Тест Акустические характеристики элементов ЭГ (Тестирование)
3. Тест Аэродинамические характеристики элементов ЭГ (Тестирование)
4. Тест Тягодутьевые машины (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №3)

Оценка за экзамен определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. 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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=783>;
2. Тупов, В. Б. Газовоздушные тракты паровых котлов : Методические указания к расчетному заданию по курсу "Газовые тракты паровых котлов" по направлению "Теплоэнергетика" / В. Б. Тупов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 16 с.;
3. Тупов, В. Б. Акустические расчеты от энергетического оборудования с использованием специализированной программы : учебное пособие по курсу "Энергетические газовоздухопроводы" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. Б. Тупов, А. А. Тараторин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : ФИЛИНЪ, 2019 . – 42 с. - ISBN 978-5-9216-0180-2 .;
4. Тупов В.Б.- "Факторы физического воздействия ТЭС на окружающую среду", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011966.html>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ.

## 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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-516, Учебная лаборатория "Кафедральная вычислительная лаборатория"	стол, шкаф, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, экран, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-520, Учебная аудитория	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, 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-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

## Энергетические газоздухопроводы

(название дисциплины)

## 3 семестр

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

- КМ-1 Тест «Назначение газоздушного тракта и его составные части» (Тестирование)  
 КМ-2 Тест Аэродинамические характеристики элементов ЭГ (Тестирование)  
 КМ-3 Тест Акустические характеристики элементов ЭГ (Тестирование)  
 КМ-4 Тест Тягодутьевые машины (Тестирование)  
 КМ-5 Защита ТЗ "Газоздушные тракты паровых котлов" (Домашнее задание)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	8	12	16
1	Схемы и анализ энергетических газоздухопроводов						
1.1	Принципиальные и полные схемы ЭГ.		+				
1.2	Затраты энергии на привод ТДМ.		+				+
2	Аэродинамические характеристики элементов ЭГ						
2.1	Теория течения в каналах.				+	+	+
2.2	Расчет аэродинамического сопротивления элементов газоздушного тракта			+	+		
2.3	Теоретические основы разработки элементов ЭГ						+
3	Акустические характеристики элементов ЭГ						
3.1	Расчет снижения уровня в энергетических газоздухопроводах.			+	+		
4	Расчет уровня шума от энергетических газоздухопроводов						
4.1	Расчет уровня шума для окружающего района.				+	+	+
5	Тягодутьевые машины как элемент ЭГ						
5.1	Тягодутьевые машины как элемент ЭГ						+
6	Устройства по очистке дымовых газов						

6.1	Устройства по очистке дымовых газов					+
7	Дымовые трубы					
7.1	Дымовые трубы	+				
8	Компоновка элементов ЭГ					
8.1	Компоновка элементов ЭГ	+				
Вес КМ, %:		15	15	15	15	40