

**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**


<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.02.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 8 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 160,2 часа;</b>
<b>в том числе на КИ/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>5 семестр - 1,5 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

**Преподаватель**

(должность)

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

(подпись)

**В.Б. Тупов**

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель  
образовательной программы**

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

**И.А. Бураков**

(расшифровка  
подписи)

**Заведующий выпускающей  
кафедры**

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

**Н.Д. Рогалев**

(расшифровка  
подписи)

## 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-4 Способен проводить организационно-управленческие и экспертно-аналитические работы на ТЭС	ИД-3 <sub>ПК-4</sub> оценивать техническое состояние, управлять режимами работы и безопасности оборудования ТЭС, контролировать получаемые результаты	знать: - прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования; - серийное и новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, системы и сети; - проектную документацию, принимать архитектурные, технологические и конструктивные решения.  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 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 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	34.7	5	2.0	-	2.0	-	0.4	-	0.3	-	30	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Схемы газовоздушных трактов"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Схемы газовоздушных трактов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 5-10</p>
1.1	Составные части ЭГВ	11.8		0.5	-	1	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
1.2	Теоретические основы разработки элементов ГТВ	11.7		1	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
1.3	ТЭС	11.2		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
2	Акустические характеристики элементов ГВТ	18.0	5	1.5	-	1.0	-	0.3	-	0.2	-	15	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> 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><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Акустические характеристики элементов ГВТ"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 93-98, 102</p>
2.1	Особенности расчета снижения уровня шума в ЭГВ	6.2		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	5	-	
2.2	Характерные спектры шума	11.8		1	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-	

3	Шумовые характеристики ТДМ	24.1	2.0	-	1.5	-	0.3	-	0.3	-	20	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Шумовые характеристики ТДМ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Шумовые характеристики ТДМ"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 34-43, 50-54</p>
3.1	Основные характеристики шума ТДМ	11.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
3.2	Анализ формулы УЗМ от ТДМ	6.7	1	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	5	-	
3.3	Анализ шумовых характеристик ТДМ	6.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	5	-	
4	Снижение выбросов оксидов серы	39.0	1.5	-	2.0	-	0.6	-	0.4	-	34.5	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Снижение выбросов оксидов серы" 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 "Снижение выбросов оксидов серы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 2-7</p>
4.1	Удалением серы из топлива	11.8	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10.5	-	
4.2	Очистка продуктов сгорания от оксидов серы	11.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
4.3	Мокросухой метод очистки от оксидов серы известью	10.0	0.3	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	9	-	
4.4	Принцип серочистки газов озонно-аммиачным методом	6.0	0.2	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	5	-	
5	Дымовые трубы	28.2	1.0	-	1.5	-	0.4	-	0.3	-	25	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Дымовые трубы"</p>
5.1	Требования к дымовым трубам	11.1	0.4	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
5.2	Вредные вещества	6.1	0.4	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	5	-	

	однаправленного действия													<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Дымовые трубы"
5.3	Дымовые трубы без отдельных газоотводящих стволов	11.0	0.2	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 13-15 [3], стр. 78-83
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	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 газозвудушных трактов

1.1. Составные части ЭГВ  
Экологические вопросы. Принципиальные и полные схемы. Причина низкотемпературной коррозии.

1.2. Теоретические основы разработки элементов ГТВ  
Этапы моделирования. Коэффициенты сопротивления поворотов.

1.3. ТЭС  
Основные характеристики. Основные элементы энергетических газозвудухопроводов.

### 2. Акустические характеристики элементов ГВТ

2.1. Особенности расчета снижения уровня шума в ЭГВ  
Снижение уровня шума в энергетических газозвудухопровода.

2.2. Характерные спектры шума  
Расчет снижения УЗМ в энергетических котлах (ГВТ). Снижение уровня шума на прямых участках.

### 3. Шумовые характеристики ТДМ

3.1. Основные характеристики шума ТДМ  
Природа происхождения шума ТДМ.

3.2. Анализ формулы УЗМ от ТДМ  
Пути к снижению шума ТДМ. Возможное снижение шума ТДМ конструктивными способами.

3.3. Анализ шумовых характеристик ТДМ  
Поправка, учитывающая режим работы ТДМ.

### 4. Снижение выбросов оксидов серы

4.1. Удалением серы из топлива  
Методы удаления серы из нефти. Очистка продуктов сгорания от оксидов серы.

4.2. Очистка продуктов сгорания от оксидов серы  
Схема сероочистки газов по мокрому методу.

4.3. Мокросухой метод очистки от оксидов серы известью  
Озонно-аммиачный метод очистки дымовых газов. Схема озонно-аммиачного метода.

4.4. Принцип сероочистки газов озонно-аммиачным методом  
Радиационно-химический метод очистки дымовых газов.

### 5. Дымовые трубы

### 5.1. Требования к дымовым трубам

Примерная концентрация вредных веществ, мг/м<sup>3</sup>, в продуктах сгорания при факельном сжигании органических топлив в энергетических котлах.

### 5.2. Вредные вещества однонаправленного действия

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м<sup>3</sup>.

### 5.3. Дымовые трубы без отдельных газоотводящих стволов

Недостатки труб с кирпичной футеровкой. Трубы с монолитной футеровкой. Дымовые трубы без отдельных газоотводящих стволов.

## 3.3. Темы практических занятий

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

## 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	
<b>Знать:</b>							
проектную документацию, принимать архитектурные, технологические и конструктивные решения	ИД-3ПК-4		+				Тестирование/ГВТ
серийное и новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, системы и сети	ИД-3ПК-4			+	+		Тестирование/Выбросы Тестирование/ГДМ
прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	ИД-3ПК-4	+					Тестирование/Газовоздушный тракт
<b>Уметь:</b>							
использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии	ИД-3ПК-4					+	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. "Определение концентрационных пределов воспламенения газозоудушной смеси: методические указания", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2014 - (16 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428772>;
2. Зройчиков, Н. А. Тягодутьевые машины и аэродинамика газозоудушных трактов : учебное пособие по курсу "Газозоудушные тракты ТЭС" по специальности "Тепловые электрические станции" / Н. А. Зройчиков, В. Б. Прохоров, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 60 с. - ISBN 978-5-383-00416-6 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1444](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1444);
3. Рихтер, Л. А. Вспомогательные установки, оборудование и трубопроводы тепловых электростанций: Конспект лекций по разделам: золоуловители, дымовые трубы и регенеративные подогреватели / Л. А. Рихтер, А. М. Князев ; Ред. В. Е. Куликов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1972 . – 109 с..

### **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.

### 5.3 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. 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 работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для	Ж-2006,	стол, стул, компьютер персональный,

консультирования	Конференц-зал ИДДО	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	Составные части ЭГВ		+				
1.2	Теоретические основы разработки элементов ГТВ		+				
1.3	ТЭС		+				
2	Акустические характеристики элементов ГВТ						
2.1	Особенности расчета снижения уровня шума в ЭГВ			+			
2.2	Характерные спектры шума			+			
3	Шумовые характеристики ТДМ						
3.1	Основные характеристики шума ТДМ				+	+	
3.2	Анализ формулы УЗМ от ТДМ				+	+	
3.3	Анализ шумовых характеристик ТДМ				+	+	
4	Снижение выбросов оксидов серы						
4.1	Удалением серы из топлива				+	+	
4.2	Очистка продуктов сгорания от оксидов серы				+	+	

4.3	Мокросухой метод очистки от оксидов серы известью			+	+	
4.4	Принцип сероочистки газов озонно-аммиачным методом			+	+	
5	Дымовые трубы					
5.1	Требования к дымовым трубам					+
5.2	Вредные вещества однонаправленного действия					+
5.3	Дымовые трубы без отдельных газоотводящих стволов					+
Вес КМ, %:		25	20	20	10	25