

**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: Научно-технологические и управленческие инновации в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

<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.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 34 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 109,2 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>2 семестр - 15,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>2 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>2 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

В.О. Киндра

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурмакина А.В.
	Идентификатор	Ree6ce9d4-BurmakinaAV-003bbda

А.В. Бурмакина

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методологических основ разработки конструкций оборудования энергетических установок с использованием современных программных продуктов для математического моделирования

### Задачи дисциплины

- рассмотрение конструкций современного оборудования сложных технических систем и протекающих в нем физических процессов;
- изучение методик проведения конструкторского расчета основного и вспомогательного энергетического оборудования;
- рассмотрение подходов к анализу влияния ключевых параметров на показатели эффективности и массогабаритные характеристики энергетического оборудования;
- изучение современных подходов к оптимизации параметров и характеристик энергетического оборудования.

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 формировать требования к наукоемким изделиям и разрабатывать мероприятия, направленные на их создание, на всех стадиях жизненного цикла	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Оценивает современный технический уровень и определяет требования к наукоемкой продукции	знать: - знать основные конструктивные особенности и характеристики энергетического оборудования.  уметь: - осуществлять обоснованный выбор исходных данных для проведения проектно-конструкторских разработок.
ПК-2 Способен применять информационные технологии на всех стадиях жизненного цикла наукоемкой продукции	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает проектно-конструкторские и технологические решения с применением современных средств компьютерного моделирования	знать: - методы конструкторских расчетов энергетического оборудования.  уметь: - проводить оптимизацию конструктивных параметров и характеристик энергетического оборудования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Наукоемкие технологии и управление инновациями в теплоэнергетике (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	Разработка конструкций теплообменных аппаратов	24	2	4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка конструкций теплообменных аппаратов"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Разработка конструкций теплообменных аппаратов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 502-534</p>
1.1	Конструктивные особенности теплообменных аппаратов	8		1	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
1.2	Методики проведения конструкторских расчетов теплообменных аппаратов	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-	
1.3	Критерии и основные подходы к оптимизации конструктивных характеристик теплообменных аппаратов	8		1	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
2	Разработка конструкций котлов-утилизаторов	24		4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	
2.1	Конструктивные особенности котлов-утилизаторов	12		2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
2.2	Методика проведения конструкторского	12		2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	



														[4], 122-129
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Курсовой проект (КП)	52.0	-	-	-	32	-	4	-	0.3	15.7	-		
	Всего за семестр	180.0	16	-	16	32	2	4	-	0.8	75.7	33.5		
	Итого за семестр	180.0	16	-	16	34		4		0.8	109.2			

**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. Разработка конструкций теплообменных аппаратов

##### 1.1. Конструктивные особенности теплообменных аппаратов

Конструктивные особенности кожухотрубных теплообменных аппаратов.  
Конструктивные особенности пластинчатых теплообменных аппаратов.

##### 1.2. Методики проведения конструкторских расчетов теплообменных аппаратов

Методики проведения конструкторских расчетов кожухотрубных теплообменных аппаратов. Методики проведения конструкторских расчетов пластинчатых теплообменных аппаратов.

##### 1.3. Критерии и основные подходы к оптимизации конструктивных характеристик теплообменных аппаратов

Критерии при оптимизации конструктивных характеристик теплообменных аппаратов. Основные подходы к оптимизации конструктивных характеристик теплообменных аппаратов.

#### 2. Разработка конструкций котлов-утилизаторов

##### 2.1. Конструктивные особенности котлов-утилизаторов

Конструктивные особенности горизонтальных котлов-утилизаторов. Конструктивные особенности вертикальных котлов-утилизаторов.

##### 2.2. Методика проведения конструкторского расчета котла-утилизатора

Методика проведения конструкторского расчета горизонтального котла-утилизатора. Методика проведения конструкторского расчета вертикального котла-утилизатора.

#### 3. Разработка конструкций турбомашин

##### 3.1. Конструктивные особенности турбомашин

Конструктивные особенности турбин. Конструктивные особенности компрессоров.

##### 3.2. Методики проведения конструкторских расчетов турбомашин

Методики проведения конструкторских расчетов турбин. Методики проведения конструкторских расчетов компрессоров.

#### 4. Разработка конструкций камер сгорания

##### 4.1. Конструктивные особенности камер сгорания

Конструктивные особенности встроенных камер сгорания. Конструктивные особенности выносных камер сгорания.

##### 4.2. Методика проведения конструкторского расчета камеры сгорания

Методика проведения конструкторского расчета встроенной камеры сгорания. Методика проведения конструкторского расчета выносной камеры сгорания.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Конструкторский расчет теплообменных аппаратов;
2. Конструкторский расчет котлов-утилизаторов;
3. Конструкторский расчет турбомашин;
4. Конструкторский расчет камер сгорания.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **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 "Разработка конструкций турбомашин"
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 "Разработка конструкций камер сгорания"

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка конструкций теплообменных аппаратов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка конструкций котлов-утилизаторов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка конструкций турбомашин"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка конструкций камер сгорания"

#### Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Разработка конструкций турбомашин"

### **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	
<b>Знать:</b>						
знать основные конструктивные особенности и характеристики энергетического оборудования	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>	+				Контрольная работа/КМ-1. Конструкторский расчет теплообменного аппарата
методы конструкторских расчетов энергетического оборудования	ИД-2 <sub>ПК-2</sub>		+			Контрольная работа/КМ-2. Конструкторский расчет котла-утилизатора
<b>Уметь:</b>						
осуществлять обоснованный выбор исходных данных для проведения проектно-конструкторских разработок	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>			+		Контрольная работа/КМ-3. Конструкторский расчет турбомашин
проводить оптимизацию конструктивных параметров и характеристик энергетического оборудования	ИД-2 <sub>ПК-2</sub>				+	Контрольная работа/КМ-4. Конструкторский расчет камеры сгорания

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Конструкторский расчет теплообменного аппарата (Контрольная работа)
2. КМ-2. Конструкторский расчет котла-утилизатора (Контрольная работа)
3. КМ-3. Конструкторский расчет турбомашин (Контрольная работа)
4. КМ-4. Конструкторский расчет камеры сгорания (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

Экзамен (Семестр №2)

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

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ». В приложение к диплому выносятся оценка за курсовую работу

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. Цветков, Ф. Ф. Теплообмен : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 562 с. - ISBN 978-5-383-00563-7 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4233>;

2. Тепловые схемы и характеристики современных энергетических ГТУ : учебное пособие по курсу "Парогазовые газотурбинные установки электростанций" по направлению "Теплоэнергетика" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. А. Дудолин, П. А. Пустовалов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 100 с. - ISBN 978-5-7046-1410-4 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5702>;

3. Костюк А.Г. , Фролов В. В., Булкин А.Е. , Трухний А.Д. - "Паровые и газовые турбины для электростанций", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (557 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72260](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72260);

4. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальности 140101 "Тепловые электрические станции" по дисциплинам "Парогазовые и газотурбинные установки электростанций" и "Тепловые и атомные электрические станции" / С. В. Цанев, В.

Д. Буров, А. Н. Ремезов . – 2-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 584 с. - ISBN 5-903072-19-4 ..

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. 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](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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
17. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
18. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
19. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	Ш-205, Компьютерный класс	

Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	3-318, Помещение не существует	стеллаж для хранения инвентаря, стол, стул, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Конструирование энергетических установок

(название дисциплины)

## 2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1. Конструкторский расчет теплообменного аппарата (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2. Конструкторский расчет котла-утилизатора (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3. Конструкторский расчет турбомашин (Контрольная работа)

КМ-4 КМ-4. Конструкторский расчет камеры сгорания (Контрольная работа)

## Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Разработка конструкций теплообменных аппаратов					
1.1	Конструктивные особенности теплообменных аппаратов		+			
1.2	Методики проведения конструкторских расчетов теплообменных аппаратов		+			
1.3	Критерии и основные подходы к оптимизации конструктивных характеристик теплообменных аппаратов		+			
2	Разработка конструкций котлов-утилизаторов					
2.1	Конструктивные особенности котлов-утилизаторов			+		
2.2	Методика проведения конструкторского расчета котла-утилизатора			+		
3	Разработка конструкций турбомашин					
3.1	Конструктивные особенности турбомашин				+	
3.2	Методики проведения конструкторских расчетов турбомашин				+	
4	Разработка конструкций камер сгорания					
4.1	Конструктивные особенности камер сгорания					+
4.2	Методика проведения конструкторского расчета камеры сгорания					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25