

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровые двойники технических систем

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

<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.08.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 4; 8 семестр - 4; всего - 8</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>288 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 28 часа; всего - 60 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 28 часа; всего - 60 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа; 8 семестр - 2 часа; всего - 4 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 77,5 часа; 8 семестр - 85,5 часа; всего - 163,0 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 1,0 час</b>

**Москва 2024**

**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	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

В.О. Киндра

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 математических моделей тепловых схем энергетических установок и проведение оптимизационных расчетов с использованием информационных технологий

### Задачи дисциплины

- ознакомление с подходами к моделированию теплофизических процессов, протекающих в проточной части энергетического оборудования;
- изучение алгоритмов теплового, конструкторского и поверочного расчетов тепловых схем энергетических комплексов;
- рассмотрение основных подходов к оптимизации параметров тепловых схем энергетических комплексов;
- рассмотрение конструкций современного оборудования сложных технических систем и протекающих в нем физических процессов;
- 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 участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий	ИД-2ПК-1 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- особенности физических процессов, протекающих в энергетическом оборудовании, и подходы к моделированию тепловых схем энергетических комплексов;</li><li>- принципы функционирования существующих термодинамических циклов для производства электроэнергии и тепла;</li><li>- знать основные конструктивные особенности и характеристики энергетического оборудования;</li><li>- методы конструкторских расчетов энергетического оборудования.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- рассчитывать тепловые схемы энергетических комплексов;</li><li>- анализировать влияние параметров и структуры тепловых схем энергетических комплексов на эффективность производства электроэнергии и тепла;</li><li>- осуществлять обоснованный выбор исходных данных для проведения проектно-конструкторских разработок;</li><li>- проводить оптимизацию конструктивных параметров и характеристик энергетического оборудования.</li></ul>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровые двойники технических систем (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

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 8 зачетных единиц, 288 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	Виды и характеристики энергетических комплексов	27	7	8	-	7	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Виды и характеристики энергетических комплексов" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды и характеристики энергетических комплексов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 465-464</p>
1.1	Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных паротурбинных энергетических комплексов	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных газотурбинных энергетических комплексов	10		3	-	3	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных парогазовых энергетических комплексов	9		3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

2	Термодинамический анализ тепловых схем	28	9	-	7	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Термодинамический анализ тепловых схем"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Термодинамический анализ тепловых схем"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 65-76 [7], 235-241</p>
2.1	Подходы к расчету теплофизических свойств теплоносителей	10	3	-	3	-	-	-	-	-	-	4	-	
2.2	Подходы к расчету теплофизических процессов, протекающих в энергетическом оборудовании	9	3	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
2.3	Методики теплового расчета тепловых схем энергетических комплексов	9	3	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
3	Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании	29	9	-	9	-	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 91-99</p>
3.1	Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании паротурбинных энергетических комплексов	10	3	-	3	-	-	-	-	-	-	4	-	
3.2	Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании газотурбинных энергетических комплексов	9	3	-	3	-	-	-	-	-	-	3	-	
3.3	Конструкции и физические процессы,	10	3	-	3	-	-	-	-	-	-	4	-	

	протекающие в энергетическом оборудовании парогазовых энергетических комплексов													
4	Применение информационных технологий для моделирования тепловых схем энергетических комплексов	24	6	-	9	-	-	-	-	-	9	-		<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Применение информационных технологий для моделирования тепловых схем энергетических комплексов"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение информационных технологий для моделирования тепловых схем энергетических комплексов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 1-88</p>
4.1	Использование современных программных пакетов для проведения термодинамического анализа тепловых схем энергетических комплексов	8	2	-	3	-	-	-	-	3	-			
4.2	Использование современных программных пакетов для проведения конструкторского расчета основного и вспомогательного оборудования энергетических комплексов	8	2	-	3	-	-	-	-	3	-			
4.3	Использование современных программных пакетов для проведения поверочных расчетов тепловых схем энергетических комплексов	8	2	-	3	-	-	-	-	3	-			

	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	-	32	2	-	-	0.5	77.5			
5	Разработка конструкций теплообменных аппаратов	30	8	7	-	7	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Разработка конструкций теплообменных аппаратов"
5.1	Конструктивные особенности теплообменных аппаратов	9		2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка конструкций теплообменных аппаратов"
5.2	Методики проведения конструкторских расчетов теплообменных аппаратов	12		3	-	3	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], 78-80
5.3	Критерии и основные подходы к оптимизации конструктивных характеристик теплообменных аппаратов	9		2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
6	Разработка конструкций котлов-утилизаторов	28		8	-	8	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Разработка конструкций котлов-утилизаторов"
6.1	Конструктивные особенности котлов-утилизаторов	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Разработка конструкций котлов-утилизаторов"
6.2	Методика проведения конструкторского расчета котла-утилизатора	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка конструкций котлов-утилизаторов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>



													[6], 23-35
7	Разработка конструкций турбомашин	24	6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Разработка конструкций турбомашин"
7.1	Конструктивные особенности турбомашин	12	3	-	3	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка конструкций турбомашин"
7.2	Методики проведения конструкторских расчетов турбомашин	12	3	-	3	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [8], 145-161
8	Разработка конструкций камер сгорания	26	7	-	7	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Разработка конструкций камер сгорания"
8.1	Конструктивные особенности камер сгорания	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка конструкций камер сгорания"
8.2	Методика проведения конструкторского расчета камеры сгорания	12	3	-	3	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 122-129
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>52</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>85.5</b>		
	<b>ИТОГО</b>	<b>288.0</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.0</b>	<b>163.0</b>		

**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. Виды и характеристики энергетических комплексов

1.1. Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных паротурбинных энергетических комплексов

Принцип работы и основные характеристики существующих паротурбинных энергетических комплексов. Принцип работы и основные характеристики перспективных паротурбинных энергетических комплексов.

1.2. Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных газотурбинных энергетических комплексов

Принцип работы и основные характеристики существующих газотурбинных энергетических комплексов. Принцип работы и основные характеристики перспективных газотурбинных энергетических комплексов.

1.3. Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных парогазовых энергетических комплексов

Принцип работы и основные характеристики существующих парогазовых энергетических комплексов. Принцип работы и основные характеристики перспективных парогазовых энергетических комплексов..

### 2. Термодинамический анализ тепловых схем

2.1. Подходы к расчету теплофизических свойств теплоносителей

Способы расчета теплофизических свойств однокомпонентных рабочих тел. Способы расчета теплофизических свойств многокомпонентных рабочих смесей.

2.2. Подходы к расчету теплофизических процессов, протекающих в энергетическом оборудовании

Подходы к расчету теплофизических процессов, протекающих в турбомашинах. Подходы к расчету теплофизических процессов, протекающих в теплообменных аппаратах. Подходы к расчету теплофизических процессов, протекающих в котельных установках. Подходы к расчету теплофизических процессов, протекающих в камерах сгорания.

2.3. Методики теплового расчета тепловых схем энергетических комплексов

Методика расчета тепловых схем паротурбинных установок. Методика расчета тепловых схем газотурбинных установок. Методика расчета тепловых схем парогазовых установок. Методики расчета тепловых схем перспективных энергоустановок.

### 3. Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании

3.1. Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании паротурбинных энергетических комплексов

Конструкции и физические процессы, протекающие в паротурбинной установке. Конструкции и физические процессы, протекающие в паровом котле.

3.2. Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании газотурбинных энергетических комплексов

Конструкции и физические процессы, протекающие в компрессоре газотурбинной установки. Конструкции и физические процессы, протекающие в камере сгорания

газотурбинной установки. Конструкции и физические процессы, протекающие в газовой турбине газотурбинной установки.

3.3. Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании парогазовых энергетических комплексов

Конструкции и физические процессы, протекающие в паровой турбине парогазовой установки. Конструкции и физические процессы, протекающие в котле-утилизаторе парогазовой установки.

#### 4. Применение информационных технологий для моделирования тепловых схем энергетических комплексов

4.1. Использование современных программных пакетов для проведения термодинамического анализа тепловых схем энергетических комплексов

Создание математических моделей энергетического оборудования с использованием современных программных пакетов. Математическое моделирование тепловых схем энергетических комплексов с использованием современных программных пакетов.

4.2. Использование современных программных пакетов для проведения конструкторского расчета основного и вспомогательного оборудования энергетических комплексов

Обоснование выбора условий и исходных данных для проведения конструкторского расчета основного и вспомогательного оборудования энергетических комплексов. Проведение конструкторских расчетов основного и вспомогательного оборудования энергетических комплексов.

4.3. Использование современных программных пакетов для проведения поверочных расчетов тепловых схем энергетических комплексов

Обоснование выбора условий для проведения поверочного расчета основного и вспомогательного оборудования энергетических комплексов. Проведение поверочных расчетов тепловых схем энергетических комплексов.

#### 5. Разработка конструкций теплообменных аппаратов

5.1. Конструктивные особенности теплообменных аппаратов

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

5.2. Методики проведения конструкторских расчетов теплообменных аппаратов

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

5.3. 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.

#### 6. Разработка конструкций котлов-утилизаторов

### 6.1. Конструктивные особенности котлов-утилизаторов

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

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

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

## 7. Разработка конструкций турбомашин

### 7.1. Конструктивные особенности турбомашин

Конструктивные особенности турбин. Конструктивные особенности компрессоров.

### 7.2. Методики проведения конструкторских расчетов турбомашин

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

## 8. Разработка конструкций камер сгорания

### 8.1. Конструктивные особенности камер сгорания

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

### 8.2. 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. Термодинамический анализ современных циклов производства электрической энергии и тепла;
2. Инструменты для анализа термодинамических процессов, протекающих в теплообменных аппаратах, реализованные в специализированных программных пакетах;
3. Подходы к расчету процессов сжатия и расширения рабочей среды в турбомашинах, реализованные в специализированных программных пакетах;
4. Применение специализированных программных пакетов для расчета тепловых схем;
5. Тепловой, конструкторский и поверочные расчеты тепловых схем энергетических комплексов;
6. Обоснование выбора основных параметров схем сложных технических систем в энергетическом секторе;
7. Формирование требований к выбору и разработке основного и вспомогательного оборудования тепловых схем энергетических комплексов;
8. Структурно-параметрическая оптимизация тепловых схем энергетических комплексов;
9. Расчет показателей энергетической эффективности сложных технических систем в энергетическом секторе.

## **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Виды и характеристики энергетических комплексов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Термодинамический анализ тепловых схем"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Применение информационных технологий для моделирования тепловых схем энергетических комплексов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка конструкций теплообменных аппаратов"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка конструкций котлов-утилизаторов"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка конструкций турбомашин"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка конструкций камер сгорания"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Термодинамический анализ тепловых схем"

### 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>											
методы конструкторских расчетов энергетического оборудования	ИД-2ПК-1	+	+								Контрольная работа/КМ-2. Моделирование теплофизических процессов в энергетическом оборудовании
знать основные конструктивные особенности и характеристики энергетического оборудования	ИД-2ПК-1	+									Тестирование/КМ-1. Термодинамические циклы производства электроэнергии и тепла
принципы функционирования существующих термодинамических циклов для производства электроэнергии и тепла	ИД-2ПК-1					+					Контрольная работа/КМ-1
особенности физических процессов, протекающих в энергетическом оборудовании, и подходы к моделированию тепловых схем энергетических комплексов	ИД-2ПК-1							+			Контрольная работа/КМ-2
<b>Уметь:</b>											
проводить оптимизацию конструктивных параметров и характеристик энергетического оборудования	ИД-2ПК-1				+						Контрольная работа/КМ-4. Моделирование тепловых схем энергетических комплексов
осуществлять обоснованный выбор исходных данных для проведения проектно-конструкторских разработок	ИД-2ПК-1								+		Контрольная работа/КМ-3
анализировать влияние параметров и структуры тепловых схем энергетических комплексов на эффективность производства электроэнергии и тепла	ИД-2ПК-1									+	Контрольная работа/КМ-4
рассчитывать тепловые схемы энергетических комплексов	ИД-2ПК-1		+	+							Контрольная работа/КМ-3. Анализ структуры и параметров тепловых



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

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

#### **7 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Термодинамические циклы производства электроэнергии и тепла (Тестирование)
2. КМ-2. Моделирование теплофизических процессов в энергетическом оборудовании (Контрольная работа)
3. КМ-3. Анализ структуры и параметров тепловых схем (Контрольная работа)
4. КМ-4. Моделирование тепловых схем энергетических комплексов (Контрольная работа)

#### **8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 (Контрольная работа)
2. КМ-2 (Контрольная работа)
3. КМ-3 (Контрольная работа)
4. КМ-4 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

#### Экзамен (Семестр №7)

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

#### Экзамен (Семестр №8)

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции : Учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / В. Я. Рыжкин ; Ред. В. Я. Гиршфельд . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987 . – 328 с.;
2. Тишин С.Г.- "Тепловые и атомные электрические станции", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html>;
3. Тепловые и атомные электрические станции : справочник / В. И. Абрамов, и др. ; Общ. ред. В. А. Григорьев, В. М. Зорин . – М. : Энергоиздат, 1982 . – 624 с. – (Теплоэнергетика и теплотехника) .;



4. Применение прикладных программных средств для решения задач промышленной теплоэнергетики : учебное пособие по курсам "Прикладные программные средства в теплоэнергетике", "Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических систем", "Численные методы моделирования" и др. по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. В. Федюхин, И. А. Султангузин, С. Ю. Курзанов, и др., Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 88 с. - ISBN 978-5-7046-1704-4 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8176>;
5. 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 .;
6. 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>;
7. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен : 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>;
8. 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).

## **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](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. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" -  
<https://www.polpred.com>
11. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
12. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» -  
<https://uisrussia.msu.ru>
13. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

14. **Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки** - <https://obrnadzor>

15. **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-207, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-206, Лекционная аудитория	
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 консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Энергетические центры промышленных предприятий

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 КМ-1. Термодинамические циклы производства электроэнергии и тепла (Тестирование)  
 КМ-2 КМ-2. Моделирование теплофизических процессов в энергетическом оборудовании (Контрольная работа)  
 КМ-3 КМ-3. Анализ структуры и параметров тепловых схем (Контрольная работа)  
 КМ-4 КМ-4. Моделирование тепловых схем энергетических комплексов (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	Виды и характеристики энергетических комплексов					
1.1	Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных паротурбинных энергетических комплексов		+	+		
1.2	Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных газотурбинных энергетических комплексов		+	+		
1.3	Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных парогазовых энергетических комплексов		+	+		
2	Термодинамический анализ тепловых схем					
2.1	Подходы к расчету теплофизических свойств теплоносителей			+	+	
2.2	Подходы к расчету теплофизических процессов, протекающих в энергетическом оборудовании			+	+	
2.3	Методики теплового расчета тепловых схем энергетических комплексов			+	+	
3	Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании					
3.1	Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании паротурбинных энергетических комплексов				+	
3.2	Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании газотурбинных энергетических комплексов				+	
3.3	Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании парогазовых энергетических комплексов				+	

4	Применение информационных технологий для моделирования тепловых схем энергетических комплексов				
4.1	Использование современных программных пакетов для проведения термодинамического анализа тепловых схем энергетических комплексов				+
4.2	Использование современных программных пакетов для проведения конструкторского расчета основного и вспомогательного оборудования энергетических комплексов				+
4.3	Использование современных программных пакетов для проведения поверочных расчетов тепловых схем энергетических комплексов				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25

### 8 семестр

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

- КМ-5 КМ-1 (Контрольная работа)
- КМ-6 КМ-2 (Контрольная работа)
- КМ-7 КМ-3 (Контрольная работа)
- КМ-8 КМ-4 (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		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