

**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**  
**МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ТЭС**

<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 - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 91,4 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>2 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Домашнее задание</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>2 семестр - 0 часов;</b>
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>2 семестр - 0,6 часа;</b>
	<b>всего - 0,6 часа</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дорохов Е.В.
	Идентификатор	R7c321082-DorokhovYV-0cf6dae2

Е.В. Дорохов


## 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 методов математического моделирования энергетических процессов в тепловых схемах тепловых электростанций и их реализации компьютерными средствами

### Задачи дисциплины

- изучение методов математического моделирования энергетических процессов в теплоэнергетическом оборудовании ТЭС и АЭС;
- изучение методов алгоритмизации решения систем математических уравнений сложных теплоэнергетических систем.

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-1ПК-1 Выполняет расчеты при проектировании схем и конструкций отдельных элементов объектов профессиональной деятельности	знать: - показатели энергетической эффективности турбоустановок и энергоблоков ТЭС; - методы алгоритмизации решения систем математических уравнений для их расчетов на ЭВМ; - методы моделирования энергетических процессов в тепловых схемах энергоблоков ТЭС.  уметь: - применять методы получения, приближения и выбора наилучшей модели в зависимости от её назначения; - реализовывать расчеты тепловых схем паротурбинных энергоблоков в MS Excel и выполнять инженерные расчеты.

## 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.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: "Режимы работы и эксплуатация ТЭС» и дисциплинах уровня бакалавриата"

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	Моделирование и расчет параметров в теплофикационных отборах турбин.	17	2	3	2	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> [1] с. 1-9, 1-14. [2] с. 183-194; с. 215-232</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 18-21 [2], стр. 233-236 [3], стр. 26-28</p>
1.1	Технические характеристики турбоустановок ТЭС, ТЭЦ и АЭС	3		1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Моделирование тепловых процессов для определения давления в камерах теплофикационных отборов турбин. Реализация расчетного алгоритма в MS Excel	14		2	2	2	-	-	-	-	-	-	10	
2	Моделирование параметров пара в регенеративных отборах турбин. Моделирование тепловых процессов в ПВД, ПНД и в деаэраторе	37	2	6	6	-	-	-	-	-	-	25	-	<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> [1] с. 19-26 [3] § 2.1 выполнение п. 4-6 курсовой работы</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> [1] с. 18□21 выполнение п. 3 курсовой работы</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> [1] с. 14-18 выполнение п. 1–2 курсовой работы</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 22-23 [2], стр. 237-238 [3], стр. 21-25</p>
2.1	Моделирование тепловых процессов для определения	13		1	2	-	-	-	-	-	-	10	-	

	давления в камерах регенеративных отборов турбин. Реализация расчетного алгоритма в MS Excel													
2.2	Моделирование тепловых процессов в схемах включения ПВД, ПНД и деаэратора. Реализация моделирования и расчета MS Excel	24	5	4	-	-	-	-	-	-	15	-		
3	Моделирование и расчет мощности и показателей энергетической эффективности турбоустановок и энергоблоков	24.5	5.5	6.0	-	-	-	-	-	-	13	-	<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> [1] с. 28-32 [3] § 8.3 выполнение п. 7 курсовой работы</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 24-26 [2], стр. 16-20 [3], стр. 29-35</p>	
3.1	Моделирование расчета внутренней мощности группы ступеней (отсека) и турбины в целом	7	1	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
3.2	Моделирование энергетических процессов в насосах для определения затрат мощности на их электропривод	2.0	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	1	-		
3.3	Моделирование расчета показателей энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока	15.5	4	3.5	-	-	-	-	-	-	8	-		
4	Моделирование	11.2	1.5	2	-	-	-	-	-	-	7.7	-		
														<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>

	тепловых схем турбоустановок АЭС												Изучение [4] с. 418-458. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 26-27
4.1	Особенности тепловых схем энергоблоков АЭС	2.2	0.5	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	
4.2	Особенности моделирования тепловых процессов тепловой схемы с влажнопаровой турбиной	9	1	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
	Зачет с оценкой	17.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.7	
	Курсовая работа (КР)	36.6	-	-	-	16	-	4	-	0.6	16	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16.0</b>	<b>16.0</b>	-	<b>16</b>	-	<b>4</b>	-	<b>0.6</b>	<b>73.7</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16.0</b>	<b>16.0</b>	-	<b>16</b>		<b>4</b>		<b>0.6</b>	<b>91.4</b>		

**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. Моделирование и расчет параметров в теплофикационных отборах турбин.

1.1. Технические характеристики турбоустановок ТЭС, ТЭЦ и АЭС

1.2. Моделирование тепловых процессов для определения давления в камерах теплофикационных отборов турбин. Реализация расчетного алгоритма в MS Excel

#### 2. Моделирование параметров пара в регенеративных отборах турбин. Моделирование тепловых процессов в ПВД, ПНД и в деаэраторе

2.1. Моделирование тепловых процессов для определения давления в камерах регенеративных отборов турбин. Реализация расчетного алгоритма в MS Excel

2.2. Моделирование тепловых процессов в схемах включения ПВД, ПНД и деаэратора. Реализация моделирования и расчета MS Excel

#### 3. Моделирование и расчет мощности и показателей энергетической эффективности турбоустановок и энергоблоков

3.1. Моделирование расчета внутренней мощности группы ступеней (отсека) и турбины в целом

3.2. Моделирование энергетических процессов в насосах для определения затрат мощности на их электропривод

3.3. Моделирование расчета показателей энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока

#### 4. Моделирование тепловых схем турбоустановок АЭС

4.1. Особенности тепловых схем энергоблоков АЭС

4.2. Особенности моделирования тепловых процессов тепловой схемы с влажнопаровой турбиной

### **3.3. Темы практических занятий не предусмотрено**

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Моделирование и расчет показателей энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока;
2. Моделирование и расчет тепловых процессов в турбине и в системе регенеративного подогрева второй итерации расчета тепловой схемы (вторая итерация расчета тепловой схемы).;
3. Моделирование и расчет процесса расширения пара в турбине. Моделирование и расчет параметров системы регенеративного подогрева турбины Т-110-12,8 (выполняется в MS Excel).;
4. Построение температурного графика теплоснабжения. Моделирование и расчет давления пара в камерах теплофикационных отборов турбины..

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Особенности моделирования тепловой схемы конкретной турбоустановки (по заданию Курсовой работы)
2. Особенности моделирования тепловой схемы группы ПНД (со смесителями). Реализация итеративного моделирования тепловых процессов в тепловой схеме.
3. Моделирование и расчет показателей энергетической эффективности энергоблока ТЭЦ (КЭС)

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

1. Содержание учебной дисциплины МРТС ТЭС. Порядок формирования темы Курсовой работы (согласование с научным руководителем магистратуры). Объяснение типовой тепловой схемы энергоблока ТЭЦ мощностью 110 МВт
2. Учет изменения влажности пара в моделировании процесса расширения пара в турбине АЭС с ВВЭР. Особенность моделирования тепловых процессов в ПВД

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

1. Реализация в MS Excel моделирования тепловых процессов на 2-й и 3-ей итерациях расчета тепловой схемы турбоустановки

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 2 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Моделирование и расчет тепловой схемы энергоблока с турбиной Т-110-12,8 при температуре наружного воздуха минус 15 градусов Цельсия  
Моделирование и расчет тепловой схемы энергоблока с турбиной Т-255-23,5 при температуре наружного воздуха минус 12 градусов Цельсия  
Моделирование и расчет тепловой схемы энергоблока с турбиной К-330-23,5 с электрической нагрузкой 305 МВт

#### **График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	30	40	30	-
Выполненный объем нарастающим	30	70	100	-



ИТОГОМ, %				
-----------	--	--	--	--

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Моделирование и расчет давления в теплофикационных отборах турбины. Моделирование и расчет процесса расширения пара в турбине на 1 итерации расчета тепловой схемы
2	Моделирование и расчет параметров в системе регенеративного подогрева турбоустановки
3	Моделирование и расчет мощности энергоблока. Моделирование и расчет показателей энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока

### 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>						
методы моделирования энергетических процессов в тепловых схемах энергоблоков ТЭС	ИД-1ПК-1		+			Контрольная работа/КМ3 Контрольная работа/КМ4. Контрольная работа
методы алгоритмизации решения систем математических уравнений для их расчетов на ЭВМ	ИД-1ПК-1	+				Домашнее задание/КМ1 Домашнее задание/КМ2
показатели энергетической эффективности турбоустановок и энергоблоков ТЭС	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/КМ3 Контрольная работа/КМ4. Контрольная работа
<b>Уметь:</b>						
реализовывать расчеты тепловых схем паротурбинных энергоблоков в MS Excel и выполнять инженерные расчеты	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/КМ3
применять методы получения, приближения и выбора наилучшей модели в зависимости от её назначения	ИД-1ПК-1				+	Домашнее задание/КМ2

#### **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: Компьютерное задание

1. КМЗ (Контрольная работа)

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. КМ4. Контрольная работа (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ1 (Домашнее задание)
2. КМ2 (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

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

*Курсовая работа (КР) (Семестр №2)*

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

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. Дорохов, Е. В. Методы расчета тепловых схем ТЭС : методические указания / Е. В. Дорохов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 32 с.  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=9306>;

2. Тепловые электрические станции : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" направления "Теплоэнергетика" / В. Д. Буров, [и др.] ; ред. В. М. Лавыгин, А. С. Седлов, С. В. Цанев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 466 с. - ISBN 978-5-903072-86-6 .;

3. Елизаров Д.П.- "Тепловые электрические станции", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014202.html>.

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. TBT Shell.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. База данных **Web of Science** - <http://webofscience.com/>
2. База данных **Scopus** - <http://www.scopus.com>
3. **Национальная электронная библиотека** - <https://rusneb.ru/>
4. **Открытая университетская информационная система «РОССИЯ»** - <https://uisrussia.msu.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-501, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Т-512, Компьютерный класс	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
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-515б, Кабинет сотрудников	стол, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для консультирования	Т-500, Преподавательская	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-507, Архив, библиотека кафедры	стеллаж для хранения книг, стол, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Методы расчета тепловых схем ТЭС

(название дисциплины)

## 2 семестр

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

КМ-1 КМ1 (Домашнее задание)

КМ-2 КМ2 (Домашнее задание)

КМ-3 КМ3 (Контрольная работа)

КМ-4 КМ4. Контрольная работа (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	11	14
1	Моделирование и расчет параметров в теплофикационных отборах турбин.					
1.1	Технические характеристики турбоустановок ТЭС, ТЭЦ и АЭС		+	+		
1.2	Моделирование тепловых процессов для определения давления в камерах теплофикационных отборов турбин. Реализация расчетного алгоритма в MS Excel		+	+		
2	Моделирование параметров пара в регенеративных отборах турбин. Моделирование тепловых процессов в ПВД, ПНД и в деаэраторе					
2.1	Моделирование тепловых процессов для определения давления в камерах регенеративных отборов турбин. Реализация расчетного алгоритма в MS Excel				+	+
2.2	Моделирование тепловых процессов в схемах включения ПВД, ПНД и деаэратора. Реализация моделирования и расчета MS Excel				+	+
3	Моделирование и расчет мощности и показателей энергетической эффективности турбоустановок и энергоблоков					
3.1	Моделирование расчета внутренней мощности группы ступеней (отсека) и турбины в целом				+	
3.2	Моделирование энергетических процессов в насосах для определения затрат мощности на их электропривод				+	+
3.3	Моделирование расчета показателей энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока				+	+
4	Моделирование тепловых схем турбоустановок АЭС					
4.1	Особенности тепловых схем энергоблоков АЭС			+		

4.2	Особенности моделирования тепловых процессов тепловой схемы с влажнопаровой турбиной		+		
Вес КМ, %:		20	20	40	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Методы расчета тепловых схем ТЭС**

(название дисциплины)

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 КМ1. Моделирование и расчет давления в теплофикационных отборах турбины. Моделирование и расчет процесса расширения пара в турбине
- КМ-2 КМ2. Моделирование и расчет системы регенеративного подогрева на первой итерации расчета тепловой схемы
- КМ-3 КМ3. Моделирование и расчет мощности энергоблока. Моделирование и расчет показателей энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	8	14
1	Моделирование и расчет давления в теплофикационных отборах турбины. Моделирование и расчет процесса расширения пара в турбине на 1 итерации расчета тепловой схемы		+		
2	Моделирование и расчет параметров в системе регенеративного подогрева турбоустановки			+	
3	Моделирование и расчет мощности энергоблока. Моделирование и расчет показателей энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока				+
Вес КМ, %:			30	40	30