

**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**  
**МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ТУРБОУСТАНОВОК И**  
**ЭНЕРГОБЛОКОВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ**  
**РЕЖИМОВ**

<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.01.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 8 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 124,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>3 семестр - 1,2 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Решение задач</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2020**

**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	Бураков И.А.
	Идентификатор	R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32

И.А. Бураков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

Н.Д. Рогалев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование знаний в области технологии производства, эксплуатации и совершенствования режимов работы основного и вспомогательного оборудования ТЭС

### Задачи дисциплины

- изучение моделирования тепловых схем реального действующего оборудования ТЭС;
- получение навыков расчета тепловых схем действующего оборудования ТЭС;
- изучение технических характеристик действующего оборудования ТЭС;
- изучение условий эксплуатации котлов и турбоустановок в различных режимах.

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-2 способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Осуществление разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок	знать: - основы расчетного анализа с помощью современного программного обеспечения инженерных расчетов.
ПК-2 способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок	уметь: - анализировать основные показатели основного и вспомогательного оборудования ТЭС.
ПК-2 способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	знать: - основы математического анализа и численные методы решения математических задач.
ПК-2 способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	уметь: - самостоятельно проводить расчеты объектов ТЭС по типовым методикам.

## 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 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	Моделирование и расчет процесса в турбине	35.2	3	2.6	-	2.8	-	0.6	-	0.4	-	28.8	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование и расчет процесса в турбине"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Моделирование и расчет процесса в турбине"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 30-50</p>
1.1	Температурный график теплоснабжения.	17.1		1.3	-	1.5	-	0.3	-	0.2	-	13.8	-	
1.2	Моделирование и расчет давления в камерах теплофикационных отборов турбины	18.1		1.3	-	1.3	-	0.3	-	0.2	-	15	-	
2	Расчет процесса расширения пара в турбине	18.2		1.3	-	1.3	-	0.4	-	0.2	-	15	-	
2.1	Моделирование и расчет процесса расширения в турбине.	18.2		1.3	-	1.3	-	0.4	-	0.2	-	15	-	

													турбине" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 5-20
3	Система регенеративного подогрева турбоустановки	18.1	1.3	-	1.3	-	0.3	-	0.2	-	15	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Система регенеративного подогрева турбоустановки"
3.1	Моделирование и расчет системы регенеративного подогрева турбоустановки	18.1	1.3	-	1.3	-	0.3	-	0.2	-	15	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Система регенеративного подогрева турбоустановки" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 55-70
4	Показатели энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока	36.5	2.8	-	2.6	-	0.7	-	0.4	-	30	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Показатели энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока"
4.1	Расчет расхода свежего пара на турбину по заданной теплофикационной нагрузке	18.2	1.3	-	1.3	-	0.4	-	0.2	-	15	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Показатели энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока"
4.2	Особенности моделирования и расчета тепловых схем турбоустановок других типов	18.3	1.5	-	1.3	-	0.3	-	0.2	-	15	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.0	8.0	-	8.0	-	2.0	-	1.2	0.3	88.8	35.7	
	Итого за семестр	144.0	8.0	-	8.0	2.0		1.2	0.3		124.5		

**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. Моделирование и расчет процесса в турбине

1.1. Температурный график теплоснабжения.

Применение программы МЭИ WaterSteamPro в теплотехнических расчетах в MS Excel.

1.2. Моделирование и расчет давления в камерах теплофикационных отборов турбины

Основы моделирования. Применение разработанной модели.

#### 2. Расчет процесса расширения пара в турбине

2.1. Моделирование и расчет процесса расширения в турбине.

Реализация моделирования и расчета тепловой схемы в компьютерной системе MS Excel.

#### 3. Система регенеративного подогрева турбоустановки

3.1. Моделирование и расчет системы регенеративного подогрева турбоустановки

Проведение расчета системы турбоустановки в специализированной программе. Моделирование и расчет процесса расширения пара в турбине.

#### 4. Показатели энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока

4.1. Расчет расхода свежего пара на турбину по заданной теплофикационной нагрузке  
Итеративное уточнение расхода свежего пара в турбину по заданной теплофикационной нагрузке.

4.2. Особенности моделирования и расчета тепловых схем турбоустановок других типов  
Моделирование и расчет мощности турбины с генератором.

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

1. Моделирование и расчет процесса расширения пара в турбине;
2. Моделирование и расчет давления в теплофикационных отборах турбины;
3. Моделирование и расчет системы регенеративного подогрева;
4. Расчет показателей энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование и расчет процесса в турбине"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет процесса расширения пара в турбине"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Система регенеративного подогрева турбоустановки"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Показатели энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока"

### **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>						
основы расчетного анализа с помощью современного программного обеспечения инженерных расчетов	ИД-1ПК-2	+				Тестирование/Моделирование
основы математического анализа и численные методы решения математических задач	ИД-3ПК-2			+		Тестирование/Регенеративный подогрев
<b>Уметь:</b>						
анализировать основные показатели основного и вспомогательного оборудования ТЭС	ИД-2ПК-2		+			Решение задач/Расчет процесса
самостоятельно проводить расчеты объектов ТЭС по типовым методикам	ИД-4ПК-2				+	Решение задач/Эффективность

## **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: Компьютерное задание

1. Моделирование (Тестирование)
2. Расчет процесса (Решение задач)
3. Регенеративный подогрев (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Эффективность (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №3)*

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 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. А. В. Палладий, С. Л. Фосс, М. А. Мизернюк- "Газовая динамика в турбокомпрессорах", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2010 - (91 с.)  
[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258954;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258954)
2. Абрамов, В. И. Тепловой расчет турбин / В. И. Абрамов, Г. А. Филиппов, В. В. Фролов . – М. : Машиностроение, 1974 . – 184 с.;
3. Александров, А. А. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики : справочник / А. А. Александров, К. А. Орлов, В. Ф. Очков . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 224 с. - ISBN 978-5-383-00405-0 ..

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. MathCad.

### **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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

## 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-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, 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

Методы расчета тепловых схем турбоустановок и энергоблоков для планирования эксплуатационных режимов

(название дисциплины)

### 3 семестр

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

- КМ-1 Моделирование (Тестирование)
- КМ-2 Расчет процесса (Решение задач)
- КМ-3 Регенеративный подогрев (Тестирование)
- КМ-4 Эффективность (Решение задач)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	10	13
1	Моделирование и расчет процесса в турбине					
1.1	Температурный график теплоснабжения.		+			
1.2	Моделирование и расчет давления в камерах теплофикационных отборов турбины		+			
2	Расчет процесса расширения пара в турбине					
2.1	Моделирование и расчет процесса расширения в турбине.			+		
3	Система регенеративного подогрева турбоустановки					
3.1	Моделирование и расчет системы регенеративного подогрева турбоустановки				+	
4	Показатели энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока					
4.1	Расчет расхода свежего пара на турбину по заданной теплофикационной нагрузке					+
4.2	Особенности моделирования и расчета тепловых схем турбоустановок других типов					+
Вес КМ, %:			20	25	25	30