

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
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ТЭЦ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	не предусмотрено учебным планом
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	7 семестр - 75,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петин С.Н.
	Идентификатор	R6f0dee6c-PetinSN-eb3bc6a8

С.Н. Петин


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 характеристик, режимов работы и конструкции теплоэнергетического оборудования ТЭЦ в эксплуатационных условиях на действующем энергетическом предприятии, изучение основ обслуживания теплоэнергетического оборудования ТЭЦ и методов проведения производственных испытаний агрегатов

Задачи дисциплины

- изучение характеристик работающего оборудования на ТЭЦ;
- изучение рабочего процесса и основ управления агрегатами при постоянной и переменной нагрузках;
- изучение конструктивных особенностей агрегатов и вспомогательного 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-2 _{ПК-1} Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - общие принципы теплового расчета схем теплотехнических и теплоэнергетических систем и аппаратов. уметь: - выбирать котельный агрегат в соответствии с заданными требованиями по параметрам теплоносителя или характеристикам источника энергии.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий	ИД-4 _{ПК-1} Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - термодинамические основы функционирования тепловых электростанций. уметь: - проводить расчет термодинамических циклов.

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 3 зачетных единицы, 108 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	Общие сведения о ТЭС. Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ	18	7	-	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общая характеристика ТЭЦ МЭИ, подготовка и сжигание топлива на ТЭЦ МЭИ"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 5-7 [2], 120-131</p>		
1.1	Принципиальная схема ТЭЦ, схема электрических подключений	6		-	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-	
1.2	Общая характеристика оборудования	6		-	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-	
1.3	Тепловая схема турбоустановки. Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ. Теплофикационная установка. Тепловой баланс теплообменных аппаратов.	6		-	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-	
2	Котельное отделение ТЭЦ МЭИ	12		-	-	4	-	-	-	-	-	-	8		-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Конструкция и принцип работы котлов ТЭЦ МЭИ, организация теплотехнического контроля работы котлов"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p>
2.1	Топливное хозяйство ТЭЦ	6		-	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-	
2.2	Конструкция парового котла БМ-35РФ	6		-	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-	

													"Конструкция и принцип работы котлов ТЭЦ МЭИ, организация теплотехнического контроля работы котлов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], /-10
3	Основное оборудования ТЭЦ с ГПГУ	12	-	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы эксплуатации котлов ТЭЦ МЭИ"
3.1	Общие сведения по эксплуатации котлов	6	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 10-15
3.2	Проведение балансовых испытаний котла	6	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
4	Водогрейные котлы ТЭЦ с ГПГУ	12	-	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения о принципах работы турбинного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций, его характеристики"
4.1	Общие сведения по эксплуатации	6	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 20-26
4.2	Проведение режимных испытаний	6	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
5	Контур теплоснабжения и система диспетчеризации ТЭЦ с ГПГУ	20	-	-	8	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ"
5.1	Задачи и принципы функционирования системы водоподготовки	8	-	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ"
5.2	Сетевые водоподогреватели, конструкция	6	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 44-49, 75-80
5.3	Экскурсия по оборудованию системы	6	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

	водоподготовки												
6	Вспомогательное оборудование на ТЭЦ с ГПГУ	16	-	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 58-65, [2], 349-352
6.1	Назначение, конструкция, параметры эжекторов	6	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
6.2	Система технического водоснабжения	10	-	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	-	-	32	-	-	-	-	0.3	58	17.7	
	Итого за семестр	108.0	-	-	32	-	-	-	-	0.3	75.7		

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. Общие сведения о ТЭС. Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ

1.1. Принципиальная схема ТЭЦ, схема электрических подключений
Принципиальная схема ТЭЦ, схема электрических подключений.

1.2. Общая характеристика оборудования
Общая характеристика оборудования.

1.3. Тепловая схема турбоустановки. Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ.
Теплофикационная установка. Тепловой баланс теплообменных аппаратов.
Тепловая схема турбоустановки. Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ.
Теплофикационная установка. Тепловой баланс теплообменных аппаратов..

2. Котельное отделение ТЭЦ МЭИ

2.1. Топливное хозяйство ТЭЦ
Принципиальная схема и оборудование ГРП.

2.2. Конструкция парового котла БМ-35РФ
Экскурсия по котлоагрегату.

3. Основное оборудования ТЭЦ с ГПГУ

3.1. Общие сведения по эксплуатации котлов
Теплотехнический контроль и система АСУ ТП.

3.2. Проведение балансовых испытаний котла
Проведение балансовых испытаний котла, определение КПД.

4. Водогрейные котлы ТЭЦ с ГПГУ

4.1. Общие сведения по эксплуатации
Общие сведения по эксплуатации.

4.2. Проведение режимных испытаний
Проведение режимных испытаний, определение характеристик режимов и тепловой экономичности.

5. Контуры теплоснабжения и система диспетчеризации ТЭЦ с ГПГУ

5.1. Задачи и принципы функционирования системы водоподготовки
Задачи и принципы функционирования, конструкция оборудования системы водоподготовки.

5.2. Сетевые водоподогреватели, конструкция
Сетевые водоподогреватели, конструкция, схема включения особенности эксплуатации.

5.3. Экскурсия по оборудованию системы водоподготовки

Назначение, конструкция, параметры питательных насосов. Проведение пуска и режимных испытаний питательного насоса.

6. Вспомогательное оборудование на ТЭЦ с ГПГУ

6.1. Назначение, конструкция, параметры эжекторов

Назначение, конструкция, параметры эжекторов и конденсатных насосов.

6.2. Система технического водоснабжения

Система технического водоснабжения, принципиальная схема, конструкция оборудования. Особенности эксплуатации.

3.3. Темы практических занятий

1. Топливное хозяйство ТЭЦ МЭИ, принципиальная схема и оборудование ГРП.

Конструкция парового котла БМ-35 РФ;

2. Задачи и принципы функционирования, конструкция оборудования системы водоподготовки. Сетевые водоподогреватели, конструкция, схема включения особенности эксплуатации;

3. Общие сведения по эксплуатации котлов. Теплотехнический контроль и система АСУ ТП. Проведение балансовых испытаний котла, определение КПД;

4. Электростанции и их назначение. Принципиальная схема ТЭЦ МЭИ, схема электрических подключений. Общая характеристика оборудования. Экскурсия по ТЭЦ МЭИ (основное и вспомогательное оборудование, ГЩУ).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общая характеристика ТЭЦ МЭИ, подготовка и сжигание топлива на ТЭЦ МЭИ"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Конструкция и принцип работы котлов ТЭЦ МЭИ, организация теплотехнического контроля работы котлов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы эксплуатации котлов ТЭЦ МЭИ"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие сведения о принципах работы турбинного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций, его характеристики"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ"

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	
Знать:								
общие принципы теплового расчета схем теплотехнических и теплоэнергетических систем и аппаратов	ИД-2 _{ПК-1}	+	+					Тестирование/КМ-1. Тепловые схемы ТЭЦ МЭИ
термодинамические основы функционирования тепловых электростанций	ИД-4 _{ПК-1}			+				Тестирование/КМ-1. Тепловые схемы ТЭЦ МЭИ
Уметь:								
выбирать котельный агрегат в соответствии с заданными требованиями по параметрам теплоносителя или характеристикам источника энергии	ИД-2 _{ПК-1}				+	+		Контрольная работа/КМ-2. Оборудование ТЭЦ С ГПГУ
проводить расчет термодинамических циклов	ИД-4 _{ПК-1}					+	+	Контрольная работа/КМ-2. Оборудование ТЭЦ С ГПГУ

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: Компьютерное задание

1. КМ-1. Тепловые схемы ТЭЦ МЭИ (Тестирование)
2. КМ-2. Оборудование ТЭЦ С ГПГУ (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №7)

Зачет с оценкой проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры. Итоговая оценка выставляется при использовании СДО «Прометей»

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Петин, С. Н. Производственное обучение на ТЭЦ с газопоршневыми генераторными установками и водогрейными котлами : учебное пособие по курсу "Производственное обучение на ТЭЦ" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. Н. Петин, В. Д. Ванюшкин, А. В. Бурмакина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2022 . – 104 с. - ISBN 978-5-7046-2717-3 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=12241>;
2. 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.

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
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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-206, Лекционная аудитория	
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

Производственное обучение на ТЭЦ

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1. Тепловые схемы ТЭЦ МЭИ (Тестирование)

КМ-2 КМ-2. Оборудование ТЭЦ с ГПГУ (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
		Неделя КМ:	4	14
1	Общие сведения о ТЭС. Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ			
1.1	Принципиальная схема ТЭЦ, схема электрических подключений		+	
1.2	Общая характеристика оборудования		+	
1.3	Тепловая схема турбоустановки. Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ. Теплофикационная установка. Тепловой баланс теплообменных аппаратов.		+	
2	Котельное отделение ТЭЦ МЭИ			
2.1	Топливное хозяйство ТЭЦ		+	
2.2	Конструкция парового котла БМ-35РФ		+	
3	Основное оборудования ТЭЦ с ГПГУ			
3.1	Общие сведения по эксплуатации котлов		+	
3.2	Проведение балансовых испытаний котла		+	
4	Водогрейные котлы ТЭЦ с ГПГУ			
4.1	Общие сведения по эксплуатации			+
4.2	Проведение режимных испытаний			+
5	Контурсы теплоснабжения и система диспетчеризации ТЭЦ с ГПГУ			
5.1	Задачи и принципы функционирования системы водоподготовки			+

5.2	Сетевые водоподогреватели, конструкция		+
5.3	Экскурсия по оборудованию системы водоподготовки		+
6	Вспомогательное оборудование на ТЭЦ с ГПГУ		
6.1	Назначение, конструкция, параметры эжекторов		+
6.2	Система технического водоснабжения		+
Вес КМ, %:		40	60