

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: Автономные энергетические системы

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.05
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	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rfd1b9495-KhomchenkoNV-644530

(подпись)

Н.В. Хомченко

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9


(подпись)

И.И. Ланская

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

(подпись)

Н.В. Кулешов

(расшифровка
подписи)

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 МЭИ;
- 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	ИД-2 _{ПК-1} Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - Общие принципы работы и конструкцию насосного оборудования; - Принцип действия и конструктивные особенности паротурбинных установок; - Принцип действия и конструктивные особенности котельных агрегатов с естественной циркуляцией и принудительным движением теплоносителя; - Общие принципы производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ. уметь: - Проводить эксперименты по заданной методике, обработку и анализ полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-4 _{ПК-1} Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - Общие принципы теплового расчета схем теплотехнических и теплоэнергетических систем и аппаратов; - Термодинамические основы функционирования тепловых электростанций. уметь: - Определять пути повышения энергетической эффективности при производстве, передаче, потреблении и преобразовании тепловой энергии; - Проводить расчет термодинамических циклов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автономные энергетические системы (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать термодинамические основы функционирования тепловых электростанций
- знать общие принципы теплового расчета схем теплотехнических и теплоэнергетических систем и аппаратов
- знать принцип действия и конструктивные особенности котельных агрегатов с естественной циркуляцией и принудительным движением теплоносителя
- знать источники энергии, используемые в котельных агрегатах
- знать общие принципы работы и конструкцию насосного оборудования
- уметь проводить гидравлические расчеты трубопроводных систем
- уметь проводить расчет термодинамических циклов
- уметь самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленных задач
- уметь выбирать котельный агрегат в соответствии с заданными требованиями по параметрам теплоносителя или характеристикам источника энергии

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	Общая характеристика ТЭЦ МЭИ	16	7	-	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<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], 4-9 [4], 4-16 [6], 5-39</p>	
1.1	Принципиальная схема ТЭЦ, схема электрических подключений	6		-	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
1.2	Общая характеристика оборудования	10		-	-	4	-	-	-	-	-	-	6		-
2	Котельное отделение ТЭЦ МЭИ	38		-	-	14	-	-	-	-	-	-	24		-
2.1	Топливное хозяйство ТЭЦ	6		-	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
2.2	Конструкция парового котла БМ-35РФ	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>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 9-39 [4], 59-73 [5], 3-12</p>	
2.3	Проведение балансовых испытаний котла	10	-	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-		
2.4	Проведение режимных испытаний	10	-	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-		

3	Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ	36	-	-	12	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ", "Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ", "Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ".</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 39-78 [2], 12-82 [3], 4-58 [4], 25-58 [5], 31-49 [6], 39-90, 112-173</p>
3.1	Тепловая схема турбоустановки	12	-	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ	12	-	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
3.3	Теплофикационная установка. Тепловой баланс теплообменных аппаратов.	12	-	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
	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. Общая характеристика ТЭЦ МЭИ

1.1. Принципиальная схема ТЭЦ, схема электрических подключений

Вводное занятие содержит конкретные положения по технике безопасности, противопожарной технике и промышленной санитарии в тепловых цехах, а также содержит сведения об оказании первой помощи при несчастных случаях. Изучение тепловой и электрической схем всей ТЭЦ и общее ознакомление с оборудованием..

1.2. Общая характеристика оборудования

ТЭЦ предназначена для производственного обучения студентов МЭИ на действующем оборудовании в промышленных условиях, а также для проведения научно-исследовательских работ, поэтому оборудование ТЭЦ работает в основном при переменных нагрузках, с частыми пусками и остановами.. Экскурсия по всем помещениям – цехам ТЭЦ МЭИ..

2. Котельное отделение ТЭЦ МЭИ

2.1. Топливное хозяйство ТЭЦ

ТЭЦ МЭИ работает на газе. Природный газ, являющийся смесью газов различных месторождений юга и востока России, поступает на ТЭЦ из второго Московского газового кольца по подземному магистральному газопроводу под давлением 100 кПа. Основной горючий элемент в составе газа – метан CH_4 (96 – 98 %). Теплота сгорания Q_n нормального кубического метра газа составляет 32 – 36 МДж/м³. При работе на газе значительно улучшаются условия эксплуатации и показатели электростанции. ГРП расположен отдельно от котельного цеха во взрыво- и пожаробезопасном помещении..

2.2. Конструкция парового котла БМ-35РФ

Оборудование котельного цеха ТЭЦ, общие технические характеристики, изучение конструкции котельного агрегата и вспомогательного оборудования.. Экскурсия по котельному цеху, внешний осмотр котла с подъемом студентов на площадку – уровень барабана..

2.3. Проведение балансовых испытаний котла

Балансовые испытания котла: студенты записывают показания щитовых приборов котла, работающего в стационарном режиме. Студенты самостоятельно обрабатывают показания с целью определения КПД котла по прямому и обратному балансу..

2.4. Проведение режимных испытаний

Проведение режимных испытаний, определение характеристик режимов и тепловой экономичности. Изменение нагрузки осуществляет машинист по заранее согласованному графику. Эти испытания требуют много времени, поэтому студенты проводят упрощенные режимные испытания для ознакомления с работой котла при различных нагрузках. Измерение параметров производится по штатным приборам в соответствии с бланком наблюдений..

3. Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ

3.1. Тепловая схема турбоустановки

Принципиальная тепловая схема турбоустановки, конструкция турбины. Системы маслоснабжения, регулирования и защиты турбины. Изучение работы турбоустановки при различных режимах работы и получение количественных характеристик, определяющих экономичность турбоустановки – “опытное определение КПД турбоагрегата на конденсационном режиме”..

3.2. Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ

Оборудование тракта основного конденсата и питательной воды: конденсационная установка, деаэрационная установка, изучение питательного турбонасоса и конденсатного насоса. Система технического водоснабжения: пуск циркуляционного насоса, работа градирни..

3.3. Теплофикационная установка. Тепловой баланс теплообменных аппаратов.

Теплофикационная установка ТЭЦ МЭИ, схема подключения, характеристики и конструкция подогревателя сетевой воды. Практическое ознакомление с действующим оборудованием – “экспериментальное определение эффективности сетевого подогревателя теплофикационной установки”..

3.3. Темы практических занятий

1. Принципиальная схема ТЭЦ МЭИ, схема электрических подключений. Общая характеристика оборудования. Экскурсия по ТЭЦ МЭИ (основное и вспомогательное оборудование, ГЩУ);
2. Топливное хозяйство ТЭЦ МЭИ, принципиальная схема и оборудование ГРП. Конструкция парового котла БМ-35 РФ;
3. Общие сведения по эксплуатации котлов. Теплотехнический контроль и система АСУ ТП. Проведение балансовых испытаний котла, определение КПД;
4. Принципиальная тепловая схема турбоустановки, конструкция турбины. Системы маслоснабжения, регулирования и защиты турбины.;
5. Оборудование тракта основного конденсата и питательной воды: конденсационная установка, деаэрационная установка, изучение питательного турбонасоса и конденсатного насоса;
6. Теплофикационная установка ТЭЦ МЭИ, схема подключения, характеристики и конструкция подогревателя сетевой воды..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделам "Общая характеристика ТЭЦ МЭИ, подготовка и сжигание топлива на ТЭЦ МЭИ"
2. Обсуждение материалов по разделам "Конструкция и принцип работы котлов ТЭЦ МЭИ, организация теплотехнического контроля работы котлов", "Основы эксплуатации котлов ТЭЦ МЭИ"
3. Обсуждение материалов по разделам "Общие сведения о принципах работы турбинного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций, его характеристики".

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	
Знать:					
Общие принципы производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ	ИД-2ПК-1	+			Тестирование/КМ-1. Котельное оборудование ТЭЦ МЭИ Тестирование/КМ-2. Турбинное и вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ
Принцип действия и конструктивные особенности котельных агрегатов с естественной циркуляцией и принудительным движением теплоносителя	ИД-2ПК-1		+		Тестирование/КМ-1. Котельное оборудование ТЭЦ МЭИ
Принцип действия и конструктивные особенности паротурбинных установок	ИД-2ПК-1			+	Тестирование/КМ-2. Турбинное и вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ
Общие принципы работы и конструкцию насосного оборудования	ИД-2ПК-1			+	Тестирование/КМ-2. Турбинное и вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ
Термодинамические основы функционирования тепловых электростанций	ИД-4ПК-1	+			Тестирование/КМ-2. Турбинное и вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ
Общие принципы теплового расчета схем теплотехнических и теплоэнергетических систем и аппаратов	ИД-4ПК-1			+	Тестирование/КМ-2. Турбинное и вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ
Уметь:					
Проводить эксперименты по заданной методике, обработку и анализ полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата	ИД-2ПК-1		+		Тестирование/КМ-1. Котельное оборудование ТЭЦ МЭИ
Проводить расчет термодинамических циклов	ИД-4ПК-1			+	Тестирование/КМ-2. Турбинное и

					вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ
Определять пути повышения энергетической эффективности при производстве, передаче, потреблении и преобразовании тепловой энергии	ИД-4ПК-1			+	Тестирование/КМ-2. Турбинное и вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ

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. Котельное оборудование ТЭЦ МЭИ (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-2. Турбинное и вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ (Тестирование)

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.

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. Тепловые схемы и теплоэнергетическое оборудование ТЭЦ МЭИ : Учебное пособие по курсу "ТЭС и АЭС" по специальностям 100100,100200,100500,100600 / Б. В. Богомолов, В. Д. Буров, А. В. Клевцов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. Л. А. Федорович . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 80 с. - ISBN 5-7046-0733-0 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4316;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4316)

2. Производственное обучение и испытание турбоустановок и вспомогательного оборудования на ТЭЦ МЭИ : Учебное пособие по курсам "Экспериментальное исследование турбоустановок" и "Паровые турбины и газотурбинные установки и двигатели" по направлению "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели" / А. Н. Троицкий, А. И. Соколов, Б. В. Богомолов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 92 с. - ISBN 5-7046-0921-X .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7798;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7798)

3. Учебное пособие по производственному обучению на ТЭЦ МЭИ: Вспомогательное оборудование ТЭЦ / Моск. энерг. ин-т (МЭИ) ; Ред. М. И. Баженов . – М. : Изд-во МЭИ, 1990 . – 68 с.;

4. Учебное пособие по проведению лабораторных работ на ТЭЦ МЭИ: Вспомогательное тепломеханическое оборудование ТЭЦ МЭИ / А. И. Абрамов, [и др.], Моск. энерг. ин-т (МЭИ) ; ред. Г. П. Киселев, и др. – М. : Изд-во МЭИ, 1991 . – 76 с.;

5. Федорович, Л. А. Методика выбора тепломеханического оборудования ТЭС : учебное пособие по курсу "ТЭС" и "АЭС" по направлениям 140100 "Теплоэнергетика" и 140200

"Электроэнергетика" / Л. А. Федорович, А. П. Рыков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 52 с. - ISBN 978-5-383-00132-5 .;

6. Тишин С.Г.- "Тепловые и атомные электрические станции", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Производственное обучение на ТЭЦ**

(название дисциплины)

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

КМ-1 КМ-1. Котельное оборудование ТЭЦ МЭИ (Тестирование)

КМ-2 КМ-2. Турбинное и вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
		Неделя КМ:	8	16
1	Общая характеристика ТЭЦ МЭИ			
1.1	Принципиальная схема ТЭЦ, схема электрических подключений		+	+
1.2	Общая характеристика оборудования		+	+
2	Котельное отделение ТЭЦ МЭИ			
2.1	Топливное хозяйство ТЭЦ		+	
2.2	Конструкция парового котла БМ-35РФ		+	
2.3	Проведение балансовых испытаний котла		+	
2.4	Проведение режимных испытаний		+	
3	Турбинное отделение ТЭЦ МЭИ			
3.1	Тепловая схема турбоустановки			+
3.2	Вспомогательное оборудование ТЭЦ МЭИ			+
3.3	Теплофикационная установка. Тепловой баланс теплообменных аппаратов.			+
Вес КМ, %:			40	60