

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: Тепловые электрические станции

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Козина М.А.
	Идентификатор	R8e01bb45-KozinovaMA-02c34583

(подпись)

М.А. Козина

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тараторин А.А.
	Идентификатор	Ra801db72-TaratorinAA-0945af7f

(подпись)

А.А. Тараторин

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Н.Д. Рогалев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение электротехнического оборудования, режимов его работы и схем выдачи мощности на тепловых электростанциях

Задачи дисциплины

- освоение технологических процессов при производстве электроэнергии;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при проектировании электрической части тепловых электростанций.

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 производственно-технологической деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники	ИД-4 _{ПК-1} Принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций элементов объектов профессиональной деятельности	знать: - – принципы работы электрических машин различных типов; - -технологию производства электроэнергии на тепловых электростанциях, режимы работы и эксплуатацию парогенераторов;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать -системы охлаждения трансформаторов, генераторов
- знать - схемы распределительных устройств
- уметь выбирать оптимальные параметры теплотехнического оборудования ТЭС.
- уметь проводить расчеты трехфазных коротких замыканий

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 5 зачетных единиц, 180 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	Раздел	18	7	6	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение</u> <u>теоретического материала:</u> [1], стр. 11–26 [2], 111-123 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 111-123 [2], 111-123 [4], 11-26</p>		
1.1	Современные типы электростанций, особенности их технологического процесса	18		6	-	4	-	-	-	-	-	-	8		-	
2	Раздел 2	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12		-	
2.1	Синхронные генераторы. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12		-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> [1], стр. 30-91 <u>Самостоятельное изучение</u> <u>теоретического материала:</u> [1], стр. 30-91 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 30-91 [4], 30-91 [5], 43-64</p>
3	Раздел 3	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8		-	
3.1	Основные требования к электрооборудованию электростанций	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8		-	<p><u>Самостоятельное изучение</u> <u>теоретического материала:</u> [2], 201-213 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 201-213 [2], 201-213</p>
4	Раздел 4	20		4	-	4	-	-	-	-	-	-	12		-	
4.1	Токи короткого замыкания.	20	4	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных</p>		

													показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: 1. Для заданной структурной схемы ТЭЦ и графика нагрузки генератора выбрать: – мощность и номинальные напряжения трансформатора блока (связи), рабочего и резервного трансформатора собственных нужд; – схему РУ ВН для подключения трансформаторов блока (связи), отходящих линий выдачи мощности и резервного трансформатора собственных нужд. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 96-123 [2], 213-237 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 213-237 [2], 213-237 [3], 96-123 [4], 96-123
5	Раздел 5	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [2], 237-275 <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
5.1	Нагрев проводников и электрических аппаратов	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	[1], 237-275 [2], 237-275
6	Раздел 6	28	4	12	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>
6.1	Коммутационные электрические аппараты	28	4	12	2	-	-	-	-	-	10	-	Повторение материала по разделу "Раздел 6" <u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяются следующие материалы: <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных

													показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 141-207 [2],264-274 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 267-274 [2], 264-274 [3], 141-207 [4], 141-207
7	Раздел 7	20	4	4	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выбор оборудования на ЭС [2], 264-274
7.1	Схемы распределительных устройств электроустановок	20	4	4	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 229-242 [2],стр.148-173 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 148-173 [2], 148-173 [3], 229-242 [4], 229-242
8	Раздел 8	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Расчет мощности трансформатора собственных нужд
8.1	Методы ограничения токов КЗ.	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 253-262 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 253-262 [4], 253-262
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	16	16	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	16	16		2		-	0.5	113.5		

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. Раздел

1.1. Современные типы электростанций, особенности их технологического процесса
Основные понятия об энергосистеме. Цель энергетики. Классификация электроэнергетики, традиционная и нетрадиционная. Современные типы электростанций, особенности их технологического процесса. Понятие электроустановок. Графики нагрузки потребителей и электрических систем. Участие электростанций разного типа в покрытии графика нагрузки электросистемы. Структурные схемы станций, графические изображения. основные типы блоков..

2. Раздел 2

2.1. Синхронные генераторы. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы.
Особенности конструкций, системы охлаждения. Системы возбуждения – требования, номинальные параметры, основные применяемые типы. Автоматический регулятор возбуждения (АРВ), автоматическое гашение поля. Включение генераторов на параллельную работу с сетью. Синхронные компенсаторы. Основные типы и характеристики трансформаторов и автотрансформаторов. Параллельная работа и группы соединений трансформаторов. Регулирование напряжения. Системы охлаждения. Нагрузочная способность трансформаторов и автотрансформаторов. Выбор трансформаторов на электростанциях..

3. Раздел 3

3.1. Основные требования к электрооборудованию электростанций
Назначение и роль электрооборудования, режимы его работы. Требования к электрооборудованию в части уровня изоляции, допустимого нагрева в продолжительных режимах, стойкости при коротких замыканиях (КЗ), коммутационной способности. Проводники разных видов. Изоляторы опорные, проходные..

4. Раздел 4

4.1. Токи короткого замыкания.
Виды режимов ЭЭС. Причины возникновения аварийных процессов. Понятие короткого замыкания. Классификация коротких замыканий. Расчет тока КЗ, ударного тока, ударного коэффициента. Понятие о расчетной схеме и схеме замещения. Ряд средних номинальных напряжений. Системы единиц, используемые при составлении схем замещения. Схемы замещения элементов и формулы расчета..

5. Раздел 5

5.1. Нагрев проводников и электрических аппаратов
Нагрев проводников и электрических аппаратов в продолжительных режимах и при коротких замыканиях. Допустимые температуры нагрева. Термическая и электродинамическая стойкость проводников и электрических аппаратов. Основные уравнения теплового баланса проводника в установившемся режиме и при КЗ. Выбор кабелей по рабочему режиму и КЗ..

6. Раздел 6

6.1. Коммутационные электрические аппараты

Отключение цепи переменного тока. Процесс гашения электрической дуги в коммутационных аппаратах. Дугогасительные устройства электрических аппаратов переменного и постоянного тока. Типы выключателей и их конструктивные особенности. Основные параметры и эксплуатационные характеристики современных выключателей, разъединителей и других электрических аппаратов. Измерительные трансформаторы тока и напряжения: назначение, схемы включения, источники погрешности, классы точности, особенности конструктивного исполнения.

7. Раздел 7

7.1. Схемы распределительных устройств электроустановок

Типовые группы схем, их характеристики, условия функционирования и область применения. Схемы электрических соединений распределительных устройств: радиальные, кольцевые и упрощенные схемы. Схемы собственных нужд электростанций. Состав собственных нужд станций. Системы измерений, контроля, сигнализации и управления. Структурные схемы станций, графические изображения. основные типы блоков..

8. Раздел 8

8.1. Методы ограничения токов КЗ.

Схемные решения, деление сети стационарное и автоматическое. Токоограничивающие устройства. Токоограничивающие реакторы: конструкции, параметры, токоограничивающий эффект..

3.3. Темы практических занятий

1. Графики нагрузки;
2. Выбор структурной схемы электрической станции;
3. Выбор мощности блочных трансформаторов, трансформаторов собственных нужд;
4. Расчет токов короткого замыкания;
5. Выбор электрических аппаратов;
6. Выбор схем распределительных устройств;
7. Выбор схем собственных нужд;
8. Выполнение чертежа схемы электрических соединений ТЭЦ.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Измерительные трансформаторы тока и напряжения;
2. Выключатели баковые, маломасляные;
3. Выключатели элегазовые;
4. Выключатели вакуумные;
5. Защита лабораторных работ;
6. Выключатели нагрузки; разъединители;
7. Предохранители;
8. Открытые распределительные устройства, типовые схемы.

3.5 Консультации

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		
Знать:											
-технологию производства электроэнергии на тепловых электростанциях, режимы работы и эксплуатацию парогенераторов;	ИД-4ПК-1	+		+		+		+		+	Контрольная работа/Основные термины и понятия Контрольная работа/Структурные схемы станций
– принципы работы электрических машин различных типов	ИД-4ПК-1		+		+		+				Лабораторная работа/Защита лабораторных работ Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета Контрольная работа/Синхронные генераторы . Силовые трансформаторы

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: Допуск к лабораторной работе

1. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Защита типового расчета (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Синхронные генераторы . Силовые трансформаторы (Контрольная работа)
2. Структурные схемы станций (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Основные термины и понятия (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

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. Старшинов, В. А. Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие по курсу "Электроэнергетика и электротехника" / В. А. Старшинов, М. В. Пираторов, М. А. Козина ; ред. В. А. Старшинов . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 296 с. - ISBN 978-5-383-00874-4 .;
2. Старшинов В. А., Пираторов М. В., Козина М. А. - "Электрическая часть электростанций и подстанций", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2015 - (296 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72327;
3. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов по всем специальностям направления 650900 "Электроэнергетика" / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 288 с. - ISBN 5-7046-1134-6 .;
4. Балаков Ю.Н. , Мисриханов М.Ш. , Шунтов А.В. - "Проектирование схем электроустановок", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (288 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72271;
5. Крючков И. П., Пираторов М. В., Старшинов В. А. - "Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2015 - (138 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72328.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Acrobat Reader;
3. 7-zip;
4. Neplan.

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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	ЦН-101, Лаборатория ТЭЦ МЭИ	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Т-512, Компьютерный класс	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Д-2/18а, Кабинет сотрудников каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, техническая аппаратура, компьютер персональный, принтер, верстак слесарный, станок для ручной обработки (фрезерный, токарный, заточной, сверлильный), паяльное оборудование, документы, инвентарь специализированный, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие

		для оборудования, зеркала
	Д-2/10, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, телевизор, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, мел, маркер, стилус
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-2/9, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, кондиционер, телевизор, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрооборудование электростанций

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные термины и понятия (Контрольная работа)
 КМ-2 Синхронные генераторы . Силовые трансформаторы (Контрольная работа)
 КМ-3 Структурные схемы станций (Контрольная работа)
 КМ-4 Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)
 КМ-5 Защита типового расчета (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	13	15	16
1	Раздел						
1.1	Современные типы электростанций, особенности их технологического процесса		+		+		
2	Раздел 2						
2.1	Синхронные генераторы. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы.			+		+	+
3	Раздел 3						
3.1	Основные требования к электрооборудованию электростанций		+		+		
4	Раздел 4						
4.1	Токи короткого замыкания.			+		+	+
5	Раздел 5						
5.1	Нагрев проводников и электрических аппаратов		+		+		
6	Раздел 6						
6.1	Коммутационные электрические аппараты			+		+	+
7	Раздел 7						
7.1	Схемы распределительных устройств электроустановок		+		+		

8	Раздел 8					
8.1	Методы ограничения токов КЗ.	+		+		
Вес КМ, %:		10	10	20	25	35