



Министерство науки
и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
Институт дистанционного
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИДДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шиндина Т.А.
	Идентификатор	Rd0ad64b2-5hindaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
профессиональной переподготовки

Наименование программы	Техника и электрофизика высоких напряжений
Форма обучения	заочная
Выдаваемый документ	диплом о профессиональной переподготовке
Новая квалификация	работник в сфере электроэнергетики и электротехники
Центр ДО	Кафедра "Техники и электрофизики высоких напряжений", Центр подготовки и переподготовки "Электроэнергетика"

Зам. директора ИДДО
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

(подпись)

Н.В.
Усманова
(расшифровка подписи)

Начальник ОДПО
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крохин А.Г.
	Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

(подпись)

А.Г. Крохин
(расшифровка подписи)

Начальник ФДО
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Малич Н.В.
	Идентификатор	R13696f6e-MalichNV-45fe3095

(подпись)

Н.В. Малич
(расшифровка подписи)

Руководитель каф.
ТЭВН, ЦПП
Электроэнергетика
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ковалев Д.И.
	Идентификатор	R09bc37b9-KovalevDml-bf54cea2


(подпись)

Д.И.
Ковалев
(расшифровка подписи)

Москва

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ковалев Д.И.
	Идентификатор	R09bc37b9-KovalevDmi-bf54cea2

(подпись)

Д.И.
Ковалев

(расшифровка
подписи)

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель. подготовка специалистов путем формирования новых профессиональных компетенций, необходимых для деятельности в сфере «Электроэнергетика и электротехника» профиля "Техника и электрофизика высоких напряжений" с присвоением квалификации "Работник в сфере электроэнергетики и электротехники". Программа является преемственной к основной образовательной программе высшего образования направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Программа составлена в соответствии:

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Минобрнауки от 28.02.2018 г. № 14422.03.2018 г. № 50467.

- с Профессиональным стандартом 20.032 «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей», утвержденным приказом Минтруда 31.08.2021 г. № 611н, зарегистрированным в Минюсте России 04.10.2021 г. № 65260, уровень квалификации 6.

- с Профессиональным стандартом 20.042 «Работник по диагностике оборудования электрических сетей методами испытаний и измерений», утвержденным приказом Минтруда 18.07.2019 г. № 510н, зарегистрированным в Минюсте России 14.08.2019 г. № 55611, уровень квалификации 6.

- с Профессиональным стандартом 20.027 «Работник по диагностике оборудования электрических сетей методами химического анализа», утвержденным приказом Минтруда 28.12.2018 г. № 1161, зарегистрированным в Минюсте России 28.01.2019 г. № 40848, уровень квалификации 6.

- с Профессиональным стандартом 20.016 «Работник по эксплуатации электротехнического оборудования тепловой электростанции», утвержденным приказом Минтруда 05.10.2015 г. № 690н, зарегистрированным в Минюсте России 05.11.2015 г. № 39602, уровень квалификации 5.

Форма реализации: обучение в МЭИ.

Форма обучения: заочная.

Режим занятий:

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы при ее наличии. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы: лица, желающие освоить дополнительную образовательную программу, должны иметь или получать высшее или среднее профессиональное образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца, или академической справкой о прохождении обучения.

Выдаваемый документ: при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается диплом о профессиональной переподготовке установленного образца.

Срок действия итоговых документов

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): бессрочно.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

Компетенция	Требования к результатам
УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знать: - круг задач в рамках поставленной цели и выбор оптимального способа их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в сфере электроэнергетики и электротехники..
	Уметь: - формулировать совокупность задач в рамках поставленной цели, обеспечивающих ее достижение в сфере электроэнергетики и электротехники с применением действующих правовых норм.
	Владеть: - выбором наиболее эффективных способов решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения в сфере электроэнергетики и электротехники.
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: - приемы (методы) поиска, критического анализа и синтеза информации; - основы применения системного подхода для решения поставленных задач в сфере электроэнергетики и электротехники.
	Уметь: - выполнять поиск необходимой информации, её критический анализ; - обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи в сфере электроэнергетики и электротехники.
	Владеть: - Владеть навыками использования системного подхода для решения поставленных задач в сфере электроэнергетики и электротехники.

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

6.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
20.032 «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей»	
ПК-828/G/01.5/1 способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проведение выборочных контрольных и внеочередных осмотров оборудования подстанций электрических сетей, оценка качества работ по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей.
	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Самостоятельно поддерживать и повышать уровень профессиональной квалификации; - Анализировать и прогнозировать ситуацию состояния оборудования подстанций электрических сетей.
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Нормы и требования, стандарты по испытаниям оборудования подстанций электрических сетей, пусконаладке; - Характерные признаки повреждений обслуживаемого оборудования подстанций электрических сетей; - Основы электротехники.
20.027 «Работник по диагностике оборудования электрических сетей методами химического анализа»	
ПК-805/B/01.4/1 способен осуществлять контроль качества трансформаторных масел в целях диагностики электросетевого	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выдача заключений (рекомендаций) по результатам химических анализов; - Анализ результатов лабораторных испытаний трансформаторного масла на соответствие нормативным показателям качества.

оборудования методами химического анализа	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none">- Необходимые умения, предусмотренные трудовыми функциями А/01.3 и А/02.3;- Анализировать полученные данные;- Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, применять справочные материалы в области диагностики электросетевого оборудования методами химического анализа;- Пользоваться электрическим и мерительным инструментом;- Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять коррекцию собственных действий;- Самостоятельно оценивать результаты проведенных исследований на соответствие объекта исследования нормативным требованиям;- Использовать сетевые компьютерные технологии, стандартные офисные приложения на уровне пользователя;- Применять методы регистрации и обработки результатов химических исследований;- Оказывать первую помощь пострадавшим на производстве.
---	---

	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы общей, физической и аналитической химии; - Методы автоматизированной обработки информации; - Правила ведения технической документации на выполняемые работы; - Технические условия и государственные стандарты на проводимые анализы; - Методика проведения анализов средней сложности и свойства применяемых реагентов; - Методические указания по эксплуатации трансформаторных масел; - Требования к качеству трансформаторного масла при заливке в электрооборудование; - Требования к качеству трансформаторного масла при приеме и хранении; - Методы анализа качественных характеристик трансформаторного масла; - Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации в части использования энергетических масел; - Методические указания по определению содержания воды и воздуха в трансформаторном масле; - Методические указания по применению в энергосистемах тонкослойной хроматографии для оценки остаточного ресурса твердой изоляции по наличию фурановых соединений в трансформаторном масле; - Методические указания по подготовке и проведению хроматографического анализа газов, растворенных в масле силовых трансформаторов.
<p>20.042 «Работник по диагностике оборудования электрических сетей методами испытаний и измерений»</p>	

<p>ПК-1291/В/01.4/1 способен осуществлять выполнение испытаний и измерение параметров оборудования электрических сетей</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Испытание и измерение параметров комплектных экранированных токопроводов 6 кВ и выше; - Проведение профилактических осмотров оборудования электрических сетей; - Испытания и измерения параметров сборных и соединительных шин; - Испытание и измерение параметров силовых трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов; - Испытание и измерение параметров вводов и проходных изоляторов; - Испытание и измерение параметров вентильных разрядников и ограничителей перенапряжения; - Испытание и измерения параметров предохранителей, предохранителей-разъединителей напряжением выше 1000 В; - Испытание и измерение параметров воздушных и кабельных линий электропередачи; - Проведение тепловизионного контроля параметров электрооборудования; - Испытание и измерение параметров контактных соединений проводов, грозозащитных тросов, сборных и соединительных шин; - Испытание повышенным приложенным напряжением защитных средств и приспособлений; - Испытания и измерение параметров оборудования электрических сетей, в том числе заземляющих устройств и грозозащиты, конденсаторов, коммутационного оборудования, трубчатых разрядников, измерительных трансформаторов, силовых трансформаторов, реакторов, аккумуляторных батарей, электродвигателей переменного тока; - Испытание и измерение параметров комплектных распределительных устройств внутренней и наружной установки.
--	---

	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Умения, предусмотренные трудовой функцией по коду А/03.3; - Самостоятельно оценивать результаты проведенных исследований на соответствие объекта исследования нормативным требованиям; - Структурировать и приводить данные наблюдений к унифицированным единицам измерений; - Выявлять неточности первичных данных и результаты их обработки; - Работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами, специализированными программами на базовом уровне. <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знания, предусмотренные трудовой функцией по коду А/03.3; - Приемы работ и последовательность операций при выполнении испытаний и измерении параметров оборудования электрических сетей.
<p>20.016 «Работник по эксплуатации электротехнического оборудования тепловой электростанции»</p>	
<p>ПК-560/А/03.4/1 способен осуществлять выполнение простых и средней сложности работ по техническому обслуживанию электротехнического оборудования</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Информирование руководства и внесение записей в оперативную документацию о выявленных дефектах. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Замерять нагрев токоведущих частей закрепленного электротехнического оборудования, доливать масло в подшипники электродвигателей и выполнять другие операции согласно перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; - Читать электрические схемы; - Излагать техническую информацию; - Вести оперативно-техническую документацию.

	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы электротехники; - Элементарные основы теплотехники; - Технологический процесс производства тепловой и электрической энергии; - Назначение, принцип действия, конструктивные особенности и технические характеристики закрепленного электротехнического оборудования, особенности его эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах; - Правила эксплуатации и алгоритм регулирования режимов работы закрепленного электротехнического оборудования; - Территориальное расположение закрепленного электротехнического оборудования; - Назначение и принцип действия автоматических и регулирующих устройств, технологических защит, блокировок и сигнализации, установленных на электротехническом оборудовании; - Правила и нормы испытания изоляции электротехнического оборудования; - Характерные неисправности и повреждения закрепленного электротехнического оборудования и устройств, способы их определения и устранения; - Главная электрическая схема ТЭС (подстанции); - Схемы автоматики, сигнализации и блокировок электротехнического оборудования ТЭС, закрепленного за цехом (подразделением).
--	---

2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

В результате освоения дополнительной образовательной программы «*Техника и электрофизика высоких напряжений*» слушатель должен быть готов к области профессиональной деятельности, объектам и задачам.

Область/сферы профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки включает:

- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем, электроэнергетических комплексов, систем электроснабжения, автоматизации и механизации производства).

- 24 Атомная промышленность (в сферах: проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики; технического обслуживания и ремонта электромеханического оборудования).

- 20 Электроэнергетика (в сфере электроэнергетики и электротехники).

- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики).

- Электроэнергетика и электротехника.

Объектами профессиональной деятельности являются:

- электрические станции и подстанции.
- электроэнергетические системы и сети.
- системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов.
- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии.
- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование.
- электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы управления потоками энергии.
- электрическая изоляция электроэнергетических и электротехнических устройств, кабельные изделия и провода, электрические конденсаторы, материалы и системы электрической изоляции электрических машин, трансформаторов, кабелей, электрических конденсаторов.
- электрическое хозяйство и сети предприятий, организаций и учреждений.
- электрооборудование низкого и высокого напряжения.
- потенциально опасные технологические процессы и производства электрической энергии.
- методы и средства защиты человека, промышленных объектов и среды обитания от антропогенного воздействия электрических и магнитных полей.

Выпускник программы должен уметь решать профессиональные **задачи** по видам профдеятельности:

Конструкторский:

- Проектирование высоковольтного электрооборудования.

Эксплуатационный:

- Эксплуатация высоковольтного электрооборудования.

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать способностями к выполнению **нового вида деятельности** соответствующего присваиваемой **квалификации работник в сфере электроэнергетики и электротехники.**

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ))

3.1. Трудоемкость программы

Трудоемкость программы включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы составляет:

- **20,6** зачетных единиц;

743 ак. ч.

Структура программы с указанием наименования дисциплин (модулей) и их трудоемкости представлена в табл. 3.

Учебный план дополнительной образовательной программы представлен в приложение А., являющийся неотъемлемой частью программы.

Таблица 3

Структура программы и формы аттестации

№	Наименование дисциплин (модулей)	всего	Контактная работа, ак. ч					Самостоятельная работа, ак. ч	Стажировка, ак. ч	Форма аттестации		
			всего	аудиторные занятия	электронное обучение	обучение с ДОТ	контроль			текущий контроль (тест, опрос и пр.)	промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита отчета о стажировке)	итоговая аттестация (итоговый зачет, итоговый экзамен, доклад по результатам стажировки, итоговый аттестационный экзамен, итоговая аттестационная работа)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
1	Теоретические основы электротехники	4 4	8	6			2	36			Экзамен	
1.1.	Теоретические основы электротехники	4 4	8	6			2	36		Решение задач		
2	Электромеханика	4 4	8	6			2	36			Экзамен	
2.1.	Электромеханика	4 4	8	6			2	36		Решение задач		
3	Основы электробезопасности	2 2	6	4			2	16			Зачет с оценкой	
3.1.	Основы электробезопасности	2 2	6	4			2	16				
4	Производство электроэнергии	2 6	6	4			2	20			Зачет с оценкой	
4.1.	Производство электроэнергии	2 6	6	4			2	20				
5	Передача и распределение электроэнергии	3 6	8	6			2	28			Экзамен	
5.1.	Передача и распределение электроэнергии	3 6	8	6			2	28		Решение задач		
6	Расчеты токов коротких замыканий	3 2	8	6			2	24			Экзамен	
6.1.	Расчеты токов коротких замыканий	3 2	8	6			2	24		Решение задач		

7	Переходные электромеханические процессы	30	6	4			2	24			Зачет с оценкой	
7.1.	Переходные электромеханические процессы	30	6	4			2	24				
8	Электрическая часть станций и подстанций	42	8	6			2	34			Экзамен	
8.1.	Электрическая часть станций и подстанций	42	8	6			2	34		Решение задач		
9	Электроэнергетические системы и сети	40	6	4			2	34			Экзамен	
9.1.	Электроэнергетические системы и сети	40	6	4			2	34				
10	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	32	6	4			2	26			Экзамен	
10.1.	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	32	6	4			2	26		Решение задач		
11	Воздушные и кабельные линии	22	6	4			2	16			Зачет с оценкой	
11.1.	Воздушные и кабельные линии	22	6	4			2	16				
12	Изоляция и перенапряжения	28	6	4			2	22			Зачет с оценкой	
12.1.	Изоляция и перенапряжения	28	6	4			2	22		Решение задач		
13	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	40	6	4			2	34			Экзамен	
13.1.	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	40	6	4			2	34				
14	Управление качеством электроэнергии	28	6	4			2	22			Зачет с оценкой	
14.1.	Управление качеством электроэнергии	28	6	4			2	22				
15	Диагностика высоковольтного оборудования	24	6	4			2	18			Зачет с оценкой	
15.1	Диагностика	24	6	4			2	18				

.	высоковольтного оборудования	4									
16	Тепловая часть электрических станций	2 4	6	4			2	18			Зачет с оценкой
16.1	Тепловая часть электрических станций	2 4	6	4			2	18			
17	Испытательные установки высокого напряжения	2 4	6	4			2	18			Зачет с оценкой
17.1	Испытательные установки высокого напряжения	2 4	6	4			2	18			
18	АСДУ и управление режимами работы сетей	2 4	6	4			2	18			Зачет с оценкой
18.1	АСДУ и управление режимами работы сетей	2 4	6	4			2	18			
19	Современные технологии проектирования и производства оборудования высокого напряжения	2 6	6	4			2	20			Зачет с оценкой
19.1	Современные технологии проектирования и производства оборудования высокого напряжения	2 6	6	4			2	20			
20	Потери и энергосбережение	2 2	6	4			2	16			Зачет с оценкой
20.1	Потери и энергосбережение	2 2	6	4			2	16			
21	Итоговая аттестация	1 3 3	9	7			2	12 4			Итоговая аттестационная работа
	ИТОГО:	7 4 3	13 9	97	0	0	42	60 4	0		

3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание дисциплин (модулей)

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.	Теоретические основы электротехники	
1.1.	Теоретические основы электротехники	<p>Начальные сведения об электромагнитном поле. Общие положения электронной теории. Электромагнитное поле. Электрические явления. Основные характеристики электрического поля. Магнитные явления. Основные характеристики магнитного поля. Электромагнитная индукция. Основные понятия теории электрических и магнитных цепей. Электрическое сопротивление. Линейные цепи постоянного тока. Элементы цепей постоянного тока. Методы расчета цепей постоянного тока. Эквивалентные преобразования в цепях постоянного тока. Обобщенный закон Ома. "Формула разброса". Теорема компенсации. Законы Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Принцип наложения и метод наложения. Уравнение баланса активных мощностей. Метод эквивалентного генератора. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Расчет однофазных цепей синусоидального тока. Основные элементы, понятия и уравнения цепей синусоидального тока. Комплексный метод расчета, векторные диаграммы. Комплексная мощность. Уравнение баланса мощностей. Резонанс в электрической цепи. Компенсация реактивной мощности. Расчет эффективности использования КУ. Расчет цепей с индуктивно-связанными элементами. Линейный трансформатор. Трехфазные цепи переменного тока. Расчет трехфазных цепей при соединении фаз нагрузки "звезда" для четырехпроводной системы. Расчет трехфазных цепей при соединении фаз нагрузки "звезда" для трехпроводной системы. Измерение мощности трехфазной цепи.</p>
2.	Электроэнергетические системы и сети	
2.1.	Электроэнергетические системы и сети	<p>Технико-экономические основы проектирования электрических сетей. Основные задачи проектирования электрических сетей. Капитальные вложения на сооружение воздушных и кабельных линий. Капитальные вложения на сооружение понижающих подстанций. Издержки на амортизацию и обслуживание сети. Затраты на компенсацию потерь электроэнергии в сети. Понятия нормированного срока окупаемости, коэффициента эффективности и дисконтированных</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>затрат. Минимум затрат в качестве критерия экономической эффективности. Классификация потребителей по степени надежности электроснабжения. Определение вероятного ущерба от перерыва электроснабжения. Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Составляющие балансов активной и реактивной мощности в электроэнергетических системах и районных сетях. Выявление необходимости установки дополнительных источников реактивной мощности. Источники реактивной мощности в электрических системах, их технические и экономические характеристики. Выбор мощности и типа компенсирующих устройств по условиям баланса реактивной мощности в электрической сети. Принципы экономического размещения компенсирующих устройств на подстанциях сети. Выбор основных параметров электрических сетей при проектировании. Основные типы конфигураций схем электрических сетей и их качественные характеристики. Выбор номинального напряжения участков сети. Выбор установленной мощности трансформаторов понижающих подстанций: экономическое количество и номинальные мощности трансформаторов, технические ограничения, допустимые перегрузки в различных режимах. Выбор схем распределительных устройств понижающих подстанций. Выбор проводов воздушных линий и сечений токоведущих жил кабелей: экономические параметры, технические ограничения, допустимые перегрузки в рабочих режимах. Алгоритм выбора оптимального варианта схемы сети.</p>
3.	Электромеханика	
3.1.	Электромеханика	<p>Электрические машины. Трансформаторы. Режимы работы электрических машин (двигатель, тормоз, генератор); преобразование энергии в этих режимах. Конструкция и принцип действия трансформатора. Работа трансформатора при холостом ходе и под нагрузкой (коэффициент трансформации, основные уравнения). Основные уравнения и схемы замещения трансформатора. Номинальное напряжение короткого замыкания, его выбор. Опытное определение параметров схемы замещения по результатам опытов холостого хода и короткого замыкания. Изменение напряжения трансформатора при изменении его</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>нагрузки. Способы и схемы регулирования напряжения трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток. Параллельная работа. Несимметричная нагрузка. Автотрансформатор. Работа трансформатора в несимметричных и переходных процессах. Асинхронные машины. Конструкция и принцип действия асинхронного двигателя (АД). Распределённые и сосредоточенные обмотки. Условия получения кругового вращающегося поля в трехфазных обмотках. Ряд синхронных скоростей. Приведение рабочего процесса асинхронной машины (АМ) к рабочему процессу трансформатора. Основные уравнения и схемы замещения приведенной АМ. Параметры схемы замещения АМ, их физический смысл. Электромагнитный момент и механические характеристики АД. Особые точки характеристики. Условия устойчивой работы АД. Требования к пусковым свойствам и способы пуска АД. Улучшение пусковых свойств АД. Способы регулирования скорости. Синхронные машины. Конструкция и принцип действия синхронной машины. Магнитное поле синхронного генератора (СГ) при нагрузке. Реакция якоря. Основные уравнения и векторные диаграммы синхронной машины (СМ). Параметры СГ в установившемся режиме. Основные характеристики автономного СГ. Параллельная работа СГ с сетью, способы и условия синхронизации. Уравнения электромагнитной мощности и момента. Угловые характеристики СМ, статическая устойчивость. U-образные характеристики</p>
4.	Основы электробезопасности	
4.1.	Основы электробезопасности	<p>Техника безопасности как комплекс мер и мероприятий, обеспечивающий безопасность работ в электроустановках. Опасность поражения электрическим током. Механизмы действия электрического тока на организм человека. Влияние постоянного, переменного и токов высокой частоты. Чувствительность организма человека к действию электрического тока. Пороги чувствительности, неотпускающий ток, смертельный порог тока. Правила техники безопасности потребителей электроэнергии. Электроустановки до 1000 вольт, электроустановки выше 1000 вольт. Группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки. Действующие электроустановки.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Поражение человека электрическим током. Пути тока через тело человека. Одновременное прикосновение к токоведущим частям. Электротравмы, травмы, связанные с поражением человека электрическим током. Факторы, влияющие на сопротивление тела человека. Напряжение прикосновения. Шаговое напряжение. Воздействие электрического поля на организм человека. Правила оказания первой помощи пострадавшему от электрического тока. Искусственное дыхание. Непрямой массаж сердца. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока. Принятие мер против падения. Привлечение к себе внимания. Категории помещений по опасности поражения электрическим током. Категории работ в электроустановках. Наряд. Распоряжение. Организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Лица, ответственные за безопасное проведение работ в электроустановках. Организация работ по наряду. Допуск бригады к работе. Проверка отсутствия напряжения. Порядок наложения переносных заземлений. Устройство заземлений. Электрозащитные средства. Основные электрозащитные средства. Дополнительные электрозащитные средства. Использование электрозащитных средств в электроустановках до и выше 1000 вольт. Плакаты и знаки. Электроинструмент. Двойная изоляция электроинструмента. Правила безопасной работы. Источники питания электроинструмента. Испытание изоляции, требования к изоляции. Заземление и зануление, трехполюсные вилки. Типы предохранителей. Правила замены предохранителей. Лестницы, устройство, работа, испытания. Работа на высоте, мостки, подмостья, леса. Безопасные расстояния для различных классов напряжения.</p>
5.	Производство электроэнергии	
5.1.	Производство электроэнергии	<p>Структурные технологические схемы, принципы работ и особенности КЭС, ТЭС, ГЭС, ГАЭС, АЭС, ГТЭС. Графики нагрузки энергосистем и их реализация различными типами электростанций. Электрооборудование электростанций и подстанций: - выключатели баковые и маломасляные; - элегазовые, вакуумные, электромагнитные. Выключатели нагрузки; - разъединители, отделители и короткозамыкатели.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		Синхронные генераторы. Типы, параметры. Системы охлаждения. Системы возбуждения. Силовые трансформаторы. Типы, параметры. Системы охлаждения. Автотрансформаторы. Режимы работы АТ. Тепловой режим трансформаторов. Требования к схемам РУ. Схемы РУ радиального типа: схемы с одной и с двумя системами сборных шин. Схемы кольцевого типа. Упрощенные схемы.
6.	Передача и распределение электроэнергии	
6.1.	Передача и распределение электроэнергии	<p>Общая характеристика электрических сетей. Классификация электрических сетей. Математическая модель линии электропередачи. П-образная схема замещения воздушной линии, ее параметры: активное и реактивное сопротивление, активная и емкостная проводимости, особенности схем замещения линий разного номинального напряжения. Параметры схемы замещения кабельной линии. Режимные характеристики линии. Векторные диаграммы токов и напряжений. Падение напряжения. Продольная и поперечная составляющие вектора падения напряжения. Потеря напряжения. Определение параметров установившегося режима линии: по данным конца линии; по данным начала линии. Параметры и схемы замещения трансформаторного оборудования понижающих подстанций. Двухобмоточные трансформаторы. Схема замещения, определение ее параметров по каталожным данным трансформатора. Определение потерь мощности в трансформаторе. Трехобмоточные трансформаторы. Схема замещения, определение ее параметров. Подстанции с автотрансформаторами. Конструктивные особенности, мощности обмоток, типовая мощность автотрансформатора. Характеристики графиков нагрузки. Виды графиков нагрузки и их характеристики. Наибольшая и наименьшая нагрузки. Годовой график нагрузки по продолжительности. Число часов использования наибольшей нагрузки Тнб. Представление нагрузок в расчетных схемах электрических сетей: статическими характеристиками, постоянной нагрузкой, неизменными активным и реактивным сопротивлениями. Расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей. Задачи расчета установившихся режимов. Расчетные схемы электрических сетей, расчетная мощность подстанции.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Расчет режима разомкнутой сети методом "в два этапа". Расчет режима кольцевой сети, точка потококораздела. Особенности расчета однородной электрической сети. Определение потерь электроэнергии. Условно-переменные и условно-постоянные потери мощности и электроэнергии в элементах электрической сети. Время максимальных потерь. Определение затрат на возмещение потерь. Основы регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности в электрических сетях. Общая характеристика режима напряжений и способов его регулирования. Наибольшие рабочие напряжения электрооборудования. Требования к качеству напряжения. Регулирующие устройства и их влияние на режим напряжений: генераторы электростанций, компенсирующие устройства (синхронные компенсаторы, конденсаторные батареи, статические тиристорные компенсаторы, установки продольной компенсации, реакторы), трансформаторы с регулируемым коэффициентом трансформации. Оценка достаточности регулировочного диапазона понижающего трансформатора.</p>
7.	Расчеты токов коротких замыканий	
7.1.	Расчеты токов коротких замыканий	<p>Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Короткие замыкания и их классификация. Допущения, принимаемые при расчете короткого замыкания (КЗ). Переходный процесс при трехфазном КЗ в цепи без трансформаторов. Понятие ударного тока, ударного коэффициента. Методы определения T_a. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов (АТР), трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения, двояных реакторов и их параметры. Преобразования схем замещения. Практические методы расчета периодической составляющей тока КЗ. Расчет действующего значения периодической составляющей тока КЗ при удаленных КЗ. Метод типовых кривых. Несимметричные короткие замыкания, основные понятия. Схема замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Схемы замещения и параметры нулевой последовательности трансформатора (АТР). Примеры на составление схем замещения нулевой последовательности. Несимметричные КЗ. Двухфазное КЗ. Граничные условия, основные соотношения для</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>симметричных составляющих тока и напряжения, векторные диаграммы тока и напряжения в месте КЗ, комплексная схема замещения. Однофазное КЗ. Граничные условия, основные соотношения для симметричных составляющих тока и напряжения, векторные диаграммы тока и напряжения в месте КЗ, комплексная схема замещения. Двухфазное КЗ на землю. Граничные условия, основные соотношения для симметричных составляющих тока и напряжения, векторные диаграммы тока и напряжения в месте КЗ, комплексная схема замещения.</p>
8.	Переходные электромеханические процессы	
8.1.	Переходные электромеханические процессы	<p>Общие понятия об ЭЭС и ее режимах. Определение параметров схем замещения ЭЭС для расчетов. Определение токов и мощностей. Условия существования режимов ЭЭС и устойчивость. Понятие динамической устойчивости. Устойчивость двухмашинной ЭЭС. Допущения и упрощения при расчете устойчивости. Метод последовательных интервалов. Статическая устойчивость ЭЭС. Лавина напряжения, устойчивость узла комплексной нагрузки. Устойчивость синхронных и асинхронных двигателей в системах электроснабжения. Результирующая устойчивость. Мероприятия по улучшению устойчивости ЭЭС (дополнительные). Мероприятия по улучшению устойчивости ЭЭС (режимные).</p>
9.	Электрическая часть станций и подстанций	
9.1.	Электрическая часть станций и подстанций	<p>Схемы электрических соединений ТЭЦ, КЭС, ГЭС и ГАЭС, АЭС, подстанций. Общая характеристика собственных нужд электростанций и подстанций (назначение, источники, структура потребителей). Схемы электроснабжения собственных нужд КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС и подстанций. Продолжительный режим работы электроустановок. Выбор сечений проводников. Термическое действие токов КЗ. Электродинамическое действие токов КЗ на электрические проводники и аппараты. Расчетные условия выбора проводников и аппаратов. Выбор проводников и электрических аппаратов: выключателей, разъединителей, выключателей нагрузки, отделителей, короткозамыкателей, предохранителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения. Ограничение токов КЗ. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
10.	Современные технологии проектирования и производства оборудования высокого напряжения	
10. 1.	Современные технологии проектирования и производства оборудования высокого напряжения	1. Основы производства изделий из электротехнического фарфора 2. Технология изготовления подвесных изоляторов из закаленного стекла 3. Основы технологии производства изоляции, содержащей жидкие диэлектрики 4. Технология изготовления силовых электрических кабелей 5. Технология изготовления обмоток электрических машин 6. Технология производства изоляции на основе эпоксидных компаундов 7. Производство вентильных разрядников и нелинейных ограничителей перенапряжений 8. Технология производства изолятов из стеклопластика
11.	Испытательные установки высокого напряжения	
11. 1.	Испытательные установки высокого напряжения	1. Испытания высоким напряжением и сильными токами. Цели и объекты испытаний, общая схема испытательных комплексов, нормированные испытательные высокие напряжения и импульсные токи. Испытательные установки высокого напряжения промышленной частоты. Испытательные трансформаторы высокого напряжения, каскадные схемы испытательных трансформаторов и резонансные схемы для испытаний переменным высоким напряжением. Установки высокого напряжения постоянного тока. Схемы с выпрямителями, каскадный выпрямитель. Электростатический генератор Ван-де-Граафа, роторный генератор. Генераторы импульсных напряжений (ГИН). Основные схемы одноступенчатых и многоступенчатых ГИН, их элементы и параметры. 2. Типы накопителей энергии для испытательных и электрофизических установок и их характеристики. Емкостные накопители энергии. Разрядный контур емкостного накопителя энергии и его схема замещения. Индуктивные накопители энергии. Работа индуктивного накопителя энергии на омическую, индуктивную и емкостную нагрузку. Механические накопители энергии. Основные типы ударных генераторов и их характеристики. Накопители энергии с распределенными параметрами. Основные типы формирующих линий и их свойства. 3. Основные схемы ГИН на основе длинных линий без умножения и с умножением напряжения. Генератор Блюмляйна. Измерение высоких напряжений. Измерительные

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		шаровые разрядники, электростатические вольтметры. Делители напряжения. Требования к делителям, общая схема замещения, типы, частотные характеристики, реакция на прямоугольный импульс. Омические делители напряжения. Емкостные делители напряжения. Смешанные делители напряжения. Измерение сильных токов. Измерение сильных импульсных и периодических токов с помощью шунтов. Измерение сильных токов с помощью воздушного трансформатора тока. Измерения напряженности электрического поля. Измерения напряженности магнитного поля.
12.	Воздушные и кабельные линии	
12.1.	Воздушные и кабельные линии	Основные понятия и определения. Классификация ЛЭП переменного тока. Развитие техники передачи ЭЭ в XX веке. Конструктивные элементы ВЛ, их назначение. Условия работы ВЛ (гололедные и ветровые нагрузки). Типы проводов и грозозащитных тросов. Расщепление фаз и их транспозиция. Конструкции опор и их классификация. Типы изоляционных конструкций. Линейная арматура. Геометрические характеристики ВЛ. Причины и тенденция развития кабельной техники. Элементы кабельных линий, их назначение. Тепловая схема замещения кабеля. Токи и мощности, допустимые по условиям нагрева изоляции кабеля в стационарном режиме. Пути увеличения пропускной способности КЛ. Классификация и основные типы силовых кабелей. Основные виды арматуры КЛ.
13.	Изоляция и перенапряжения	
13.1.	Изоляция и перенапряжения	Электрофизические процессы в газах. Классификация электрических полей. Ионизационные процессы в газах. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Закон Пашена. Зависимость разрядного напряжения от давления газа и других факторов. Эффект полярности. Барьерный эффект Коронный разряд на постоянном и переменном напряжениях. Потери энергии на корону при переменном напряжении. Радиопомехи, создаваемые коронным разрядом на проводах. Разряд в воздухе вдоль поверхности твердого диэлектрика. Влияние конструктивных особенностей на напряжение перекрытия Основные виды и свойства внешней изоляции. Атмосферный воздух как диэлектрик. Назначение и типы изоляторов. Эксплуатационный контроль. Общая характеристика и типы внутренней

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>изоляция. Комбинирование диэлектриков. Старение внутренней и внешней изоляции. Координация изоляции Профилактика изоляции. Задачи и цели профилактики. Методы испытания изоляции. Высоковольтные испытательные установки высокого напряжения. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Импульсные испытательные установки. Измерение высоких напряжений (измерение шаровым разрядником, измерение электростатическим киловольтметром, измерение напряжения с использованием делителей) Классификация перенапряжений. Грозовые перенапряжения. Молния как источник грозových перенапряжений. Основные параметры молнии. Интенсивность грозовой деятельности. Внутренние перенапряжения. Общая характеристика. Волновые процессы в обмотках трансформатора. Начальное распределение напряжение вдоль обмотки трансформаторов, установившийся режим, переходный процесс. Распределение напряжения вдоль обмоток трехфазного трансформатора Классификация мер защиты от перенапряжений. Устройства защиты от перенапряжений. Защита подстанций от прямых ударов молнии. Зона защиты молниеотводов. Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов.</p>
14.	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	
14. 1.	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	<p>ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ Режимы электропотребления Динамика электропотребления в Российской Федерации, Электрические нагрузки и электропотребление селитебных территорий городов, Графики электрических нагрузок и их характеристики, Факторы, влияющие на режимы электропотребления Управление электропотреблением Цели управления электропотреблением, Аварийные ограничения электропотребления, Мероприятия по регулированию режимов электропотребления, Стимулирование потребителей к управлению электропотреблением. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ Расчетные нагрузки элементов систем электроснабжения, Понятие расчетной нагрузки. Математическое описание электрических нагрузок, Показатели, характеризующие режимы работы электроприемников и их групп, Практические методы</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>определения расчетных нагрузок, Определение расчетных нагрузок селитебных территорий городов Общие положения, Расчетная нагрузка на шинах вводных распределительных устройств зданий, Расчетная нагрузка распределительных линий 380 В и трансформаторных подстанций 6—20/0,4 кВ, Расчетная нагрузка элементов сетей 6—20 кВ и центров питания, Укрупненная оценка расчетной нагрузки селитебных территорий, Примеры определения расчетных электрических нагрузок. РЕЖИМЫ НЕЙТРАЛИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ Режимы нейтрали в сетях среднего напряжения (6—35 кВ) Изолированная нейтралью, Нормирование емкостного тока замыкания на землю, Компенсированная нейтраль, Дугогасящие реакторы, Резистивное заземление нейтрали, Особенности выбора режима нейтрали в сетях с кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена. Режимы нейтрали в сетях низкого напряжения (до 1000 В) Глухозаземленная нейтраль, Изолированная нейтраль. СХЕМЫ ГОРОДСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ Принципы построения схем городских сетей Требования, предъявляемые к схемам городских сетей, Надежность электроснабжения, Коммутационные и защищающие электрические аппараты. Схемы распределительных электрических сетей Радиально-магистральная нерезервированная схема сети, Петлевая неавтоматизированная схема сети, Петлевая автоматизированная схема сети, Сложнозамкнутая схема сети низкого напряжения, Многолучевые автоматизированные схемы сети, Реализация устройства автоматического включения резерва в двухтрансформаторной подстанции, Схемы вводных распределительных устройств зданий, Рекомендации по выбору схем распределительной сети, Питающие сети 6—20 кВ Необходимость сооружения распределительных пунктов 6—20 кВ, Схемы питающих сетей 6—10 кВ, Особенности построения питающих сетей 20 кВ.</p>
15.	Управление качеством электроэнергии	
15.1.	Управление качеством электроэнергии	<p>Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии. Показатели качества электроэнергии. Нормативно-правовая база. Средства измерения</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		показателей качества электроэнергии. Организационные задачи управления качеством электроэнергии. Контроль и анализ качества электроэнергии. Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии
16.	Диагностика высоковольтного оборудования	
16. 1.	Диагностика высоковольтного оборудования	Задачи современной диагностики. Современная система диагностика. Диагностика электрической изоляции оборудования ВН. Испытание изоляции повышенным переменным напряжением: выбор значения испытательного напряжения, процедура проведения испытаний, оценка результатов испытаний. Методы контроля качества трансформаторного масла. Диагностика силовых трансформаторов и реакторов; важнейшие функциональные узлы и системы, подлежащие контролю, методы и технические средства контроля этих узлов и систем. Хроматографический анализ растворенных газов. Испытания изоляции повышенным выпрямленным (постоянным) напряжением. Контроль изоляции по сопротивлению, особенности измерения в случае неоднородности изоляции.
17.	Тепловая часть электрических станций	
17. 1.	Тепловая часть электрических станций	1. Энергетический баланс и тепловая экономичность электростанций Энергоресурсы и топливный баланс. Типы электростанций в энергосистеме; определяющая роль тепловых электростанций в электроэнергетике. Технологические схемы ТЭС. Цикл Ренкина как основа циклов паротурбинных установок; баланс теплоты, КПД цикла и способы его повышения. Схемы ТЭС с промежуточным перегревом пара; регенеративный подогрев воды; комбинированная выработка тепловой и электрической энергии. Оборудование ТЭС; котлы, турбины, подогреватели, насосы; схемы включения. 2. Котельные установки и парогенераторы Принципиальные и конструктивные схемы котлов с естественной и принудительной циркуляцией. Пароводяной и газовоздушный тракт котла. Виды топлив, сжигаемых в котлах; подготовка топлива к сжиганию; маневренные характеристики котлов. Водный режим и контроль качества пара котлов и парогенераторов. 3. Паровые и газовые турбины Классификация турбомашин и их применение в

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		энергетике. Преобразование энергии в ступени турбин. Конструктивные особенности многоступенчатых паровых турбин. Переменные режимы работы турбин.
18.	АСДУ и управление режимами работы сетей	
18. 1.	АСДУ и управление режимами работы сетей	<p>Автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ) ЭЭС. Основные задачи. Структура АСДУ. Информация, необходимая для управления ЭЭС. Преимущества при создании единой ЭЭС (ЕЭС) России. Информация в АСДУ. Измерение и кодирование информации. Каналы связи. Передача дискретной информации. Модуляция сигнала. Многоканальные кодоимпульсные устройства телемеханики. Понятие режима ЭЭС. Понятие об оптимальности режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного оборудования. Целевые функции и ограничения при расчете оптимальных режимов работы ЭЭС. Виды планирования режимов ЭЭС. Характеристики графиков нагрузки. Прогнозирование суточного графика нагрузки. Методы прогнозирования суточного графика нагрузки. Источники реактивной мощности в ЭЭС. Понятие об оптимальном распределении реактивной нагрузки между источниками реактивной мощности. Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях. Оптимальное размещение батарей конденсаторов в распределительных сетях с учетом изменения напряжения.</p>
19.	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	
19. 1.	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	<p>Назначение и виды автоматики энергосистем. Назначение релейной защиты, требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы элементов энергосистемы, на которые должны реагировать устройства релейной защиты. Виды коротких замыканий. Векторные диаграммы токов и напряжений при трехфазных, двухфазных, однофазных и двухфазных коротких замыканиях на землю в сети с заземленной нейтралью. Векторная диаграмма однофазного замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью. Какие изменения параметров режима при возникновении коротких замыканий могут быть использованы для построения релейной защиты.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Векторные диаграммы токов при коротком замыкании за трансформатором со схемой соединения обмоток треугольник/звезда-11. Максимальная токовая защита. Определение параметров срабатывания и оценка чувствительности защиты. Варианты схем измерительного органа защиты. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению. Токовая отсечка. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Защита от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью. Токовая направленная защита линий электропередачи с двухсторонним питанием. 90°-ая схема включения реле направления мощности. Токовая направленная защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Токовая защита нулевой последовательности. Токовая защита обратной последовательности. Заочная защита линий электропередачи. Принцип действия, параметры срабатывания. Продольная дифференциальная токовая защита, принцип действия, параметры срабатывания. Продольная дифференциальная токовая защита линии. Дифференциально-фазная защита линии. Поперечная дифференциальная токовая защита, принцип действия, срабатывания. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий. Автоматическое повторное включение (АПВ). Назначение АПВ, требования, предъявляемые к АПВ. Возможности ускорения действия защиты при наличии АПВ. Повреждения и ненормальные режимы работы трансформатора. Требования, предъявляемые к релейной защите трансформатора. Основные и резервные защиты трансформатора.</p>
20.	Потери и энергосбережение	
20.1.	Потери и энергосбережение	<p>Характеристика проблемы снижения потерь электроэнергии Актуальность задачи снижения потерь электроэнергии. Значения потерь электроэнергии в энергосистемах РФ. Основные понятия и определения. Укрупненная структура фактических потерь электроэнергии. Небалансы электроэнергии на объектах. Нормирование потерь электроэнергии. Структура потерь мощности и электроэнергии в элементах электроэнергетических систем и систем электроснабжения. Детальная структура отчетных потерь. Потери мощности в воздушных и кабельных ли-</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>ниях различных классов напряжения. Потери мощности в силовых трансформаторах. Потери в дополнительном оборудовании подстанций. Расход электроэнергии на собственные нужды подстанций. Система учета электроэнергии. Коммерческие потери. Транзитные потери. Факторы, влияющие на отдельные составляющие потерь. Методы оценки и анализа потерь электроэнергии. Характеристика методов и алгоритмов расчета потерь электроэнергии. Расчет условно-постоянных потерь мощности и электроэнергии в оборудовании электрических сетей. Расчет нагрузочных потерь мощности и электроэнергии в элементах электрических сетей. Характеристики графиков нагрузки. Интегрирующие множители. Расчет потерь электроэнергии по графику нагрузки. Методы определения нагрузочных потерь: метод наибольших нагрузок, метод средних нагрузок, метод средних суток, метод поэлементных расчетов. Анализ технических потерь. Современные программные комплексы по расчету потерь: Требования к программным комплексам, используемым для расчетов потерь. Их возможности и характеристики. Информационная обеспеченность расчетов. Достоверность оценки потерь. Представление результатов оценки потерь. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии и оценка их экономической эффективности в современных условиях. Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии. Проблемы внедрения мероприятий по сокращению потерь электроэнергии в современных условиях. Современные критерии оценки экономической эффективности проектов: чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, интегральный срок окупаемости, дисконтированные затраты. Конкурирующие эффекты</p> <p>Определение оптимальных значений параметров электрических сетей при проектировании. Выбор сечений проводов и жил кабелей и номинального напряжения по условиям экономической целесообразности при проектировании (см. курс Электрические сети электропитающих систем). Организационные мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Оптимизация режимов по напряжению и реактивной мощности. Оптимизация уровня рабочего напряжения</p> <p>Понятие естественного и экономического</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		распределения мощностей в замкнутых сетях. Размыкание замкнутых сетей в оптимальных точках. Оптимизация режимов работы трансформаторов на подстанциях. Выравнивание загрузки фаз линий. Повышение уровня эксплуатации сети. Технические мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Компенсация реактивной мощности. Выбор источников реактивной мощности. Снижение неоднородности замкнутых сетей. Продольная емкостная компенсация индуктивного сопротивления линий электропередачи. Регулирование потоков мощности в замкнутых сетях. Мероприятия по реконструкции сети. Замена существующих проводов линий и трансформаторов подстанций. Строительство новых линий и трансформаторных подстанций. Увеличение номинального напряжения сети.

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложение В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика образовательной технологии

Наименование	Краткая характеристика
Расчетное задание	Выполнение расчетных заданий по тематике соответствующего предмета
Решение задач	Решение профильных задач по тематике соответствующего предмета
Дискуссия	Дискуссия по тематикам дисциплин программы профессиональной переподготовки
Расчетно-графическая работа	Курсовая работа по проектированию главной схемы электрических соединений электростанции (подстанции) исходя из заданных условий и режимов работы

5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

5.3. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация по программе проводится в форме *-итоговая аттестационная работа*. Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

5.4. Независимый контроль качества обучения

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение

а) литература НТБ МЭИ:

1. Авруцкий, В. А. Испытательные и электрофизические установки. Техника эксперимента : учебное пособие по специальности "Техника высоких напряжений" / В. А. Авруцкий, И. П. Кужекин, Е. Н. Чернов ; ред. И. П. Кужекин ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – Москва : МЭИ, 1983 . – 261 с.

2. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / Ред. Ю. Н. Руденко, В. А. Семенов . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 648 с. - ISBN 5-7046-0528-1 : 120.00 .

3. Автоматизация электроэнергетических систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматическое управление электроэнергетическими системами", "Электрoэнергетические системы и сети" / О. П. Алексеев, и др. ; Ред. В. П. Морозкин . – М. : Энергоатомиздат, 1994 . – 448 с. - ISBN 5-283-01105-4 : 6000.00 .

4. Автоматика электроэнергетических систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация производства и распределения электроэнергии" / Ред. В. Л. Козис, Н. И. Овчаренко . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 480 с.

5. Базуткин, В. В. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах : Учебник для электроэнергетических специальностей вузов / В. В. Базуткин, В. П. Ларионов, Ю. С. Пинталь . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 464 с.

6. Беспалов, В. Я. Электрические машины : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Академия, 2013 . – 320 с. – (Высшее профессиональное образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-7695-8497-8 .

7. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : учебник для электроэнергетических специальностей вузов / В. А. Веников . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1970 . – 472 с.

8. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов . – СПб. : Питер, 2007 . – 320 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 5-469-01380-4 .

9. Герасимова, Л. С. Обмотки и изоляция силовых масляных трансформаторов (технология и организация производства) / Л. С. Герасимова, А. И. Майорец . – М. : Энергия, 1969 . – 360 с. – (Трансформаторы ; Вып.19) .

10. Герасимова, Л. С. Технология и оборудование производства трансформаторов : учебное пособие для техникумов / Л. С. Герасимова, И. А. Дейнега . – Москва : Энергия, 1972 . – 264 с.

11. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети : учебник для электроэнергетических специальностей / В. И. Идельчик . – 2-е изд., стер., перепеч. с изд. 1989 г . – М. : Альянс, 2009 . – 592 с. - ISBN 978-5-903034-76-5 .

12. Козина, М. А. Короткие замыкания в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ : учебное пособие по дисциплине "Токи короткого замыкания"

по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / М. А. Козина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 144 с. - ISBN 978-5-7046-2156-0 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10708;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10708)

13. Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок : учебное пособие для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроснабжение" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00257-5 .

14. Липштейн, Р. А. Трансформаторное масло / Р. А. Липштейн, М. И. Шахнович . – 3-е изд., перераб. и доп . – Москва : Энергоатомиздат, 1983 . – 296 с.

15. Локтионов, С. В. Электроэнергетические системы. Конспект лекций : учебное пособие по курсу "Электроэнергетические системы" по профилю "Электрические станции" направления "Электроэнергетика и электротехника" / С. В. Локтионов, С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 148 с. - ISBN 978-5-7046-1430-2 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5704;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5704)

16. Методические указания по курсовому проекту "Районная электрическая сеть электроэнергетической системы" / А. А. Глазунов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ), и др. – 1993 . – 39 с.

17. Методы расчета установившихся режимов электрических сетей : учебное пособие по направлению "Электроэнергетика и электротехника" по курсам "Электроэнергетические системы" и "Дальние электропередачи СВН" / О. В. Дичина, С. В. Локтионов, А. Н. Шаров, С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 108 с. - ISBN 978-5-7046-2140-9 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10710;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10710)

18. Овчаренко, Н. И. Автоматика энергосистем : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / Н. И. Овчаренко ; Ред. А. Ф. Дьяков . – 3-е изд., испр . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 476 с. - ISBN 978-5-383-00354-1 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5283;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5283)

19. Основы современной энергетики : в 2 т. : учебник для вузов по направлениям "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" / Общ. ред. Е. В.

Аметистов . – 5-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . - ISBN 978-5-383-00501-9 .

20. Правила устройства электроустановок . – 7-е изд . – М. : Омега-Л, 2006 . – 268 с. – (Безопасность и охрана труда) . - ISBN 5-365-00299-7 .

21. Производство, свойства и применение электроизоляционных целлюлозных бумаг и картонов / К. В. Брейтвейт, и др. ; общ. ред. Ю. В. Корицкий . – 2-е изд., перераб. и доп . – Москва : Энергия, 1970 . – 336 с.

22. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроэнергетические системы и сети", "Электроснабжение", "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, и др. – М. : АКАДЕМИЯ, 2005 . – 416 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-1998-3 .

23. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян, [и др.] ; ред. Д. Л. Файбисович . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : ЭНАС, 2017 . – 376 с. - ISBN 978-5-4248-0049-8 .

24. Технология и механизация производства обмоток и изоляции силовых трансформаторов / Л. С. Герасимова, и др. – М. : Энергия, 1979 . – 336 с. – (Трансформаторы ; Вып. 35) .

25. Федосеев, А. М. Релейная защита электроэнергетических систем: Релейная защита сетей : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация производства и распределения электроэнергии" / А. М. Федосеев, М. А. Федосеев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1984 . – 520 с.

26. Чернобровов, Н. В. Релейная защита энергетических систем : Учебное пособие для энергетических специальностей средних профессиональных учебных заведений / Н. В. Чернобровов, В. А. Семенов . – М. : Энергоатомиздат, 1998 . – 800 с. - ISBN 5-283-01003-7 : 70.00 .

27. Шведов, Г. В. Экономические режимы электрических сетей : учебное пособие по курсам "Электрические сети электропитающих систем" и "Электроэнергетические системы и сети" по направлению "Электроэнергетика" / Г. В. Шведов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 40 с. - ISBN 978-5-383-00003-8 .

28. Шульженко, С. В. Алгоритмы автоматизированных расчетов систем электроснабжения : учебное пособие по курсу "Алгоритмы автоматизированных расчетов систем электроснабжения" по направлению "Электроэнергетика" / С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 124 с. - ISBN 978-5-7046-1677-1 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7693;

29. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / И. М. Бортник, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; общ. ред. И. П. Верещагин . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 732 с. - Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2017 года . - ISBN 978-5-7046-1938-3 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10742.

б) литература ЭБС и БД:

1. Бологова В.В. , Рогалев Н.Д. , Зубкова А.Г. - "Экономика энергетики", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (320 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72321;

2. В. А. Яшков, М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин- "Электроснабжение промышленных предприятий и установок", Издательство: "Директ-Медиа", Москва, Берлин, 2014 - (337 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429427>;

3. Герасимова В.Г.- "Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html>;

4. Жуков В.В.- "Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012604.html>;

5. Кондратьева О.Е.- "Основы охраны труда и техники безопасности в электроустановках", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012659.html>;

6. Ломакин Б.В.- "Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014165.html>;

7. Молодюк В.В.- "Электроэнергетика России после проведения реформ и основы рынка электроэнергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012741.html>;

8. Насыров Р.Р.- "Управление качеством электроэнергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013557.html>;

9. Потапов Л. А.- "Теоретические основы электротехники: краткий курс", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (376 с.)
<https://e.lanbook.com/book/168955>;

10. Савченко О.В.- "Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012185.html>;

11. С. А. Свирков- "Основные проблемы гражданско-правового регулирования оборота энергии", Издательство: "Статут", Москва, 2013 - (479 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=449272>;

12. Соколова М.В.- "Электрофизические основы техники высоких напряжений", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011539.html>;

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

14. Шведов Г.В.- "Городские распределительные электрические сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011034.html>;

15. Шведов Г. В., Сипачева О. В., Савченко О. В.- "Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2013 - (424 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72266;

16. Шведов Г.В.- "Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2012 - (268 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007433.html>.

в) используемые ЭБС:

6.2. Кадровое обеспечение

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ

«МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложение Е.

6.3. Финансовое обеспечение

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложение Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

6.4. Материально-техническое обеспечение

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении З.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)

№ п/п	Содержание изменения (актуализации)	Дата утверждения изменений
1	Программа утверждена	06.09.2022
2	Актуализирован учебный план	26.09.2022

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Ковалев Д.И.
Идентификатор	R09bc37b9-KovalevDml-bf54cea2

(подпись)

Д.И.
Ковалев

(расшифровка
подписи)