



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
повышения квалификации

Наименование программы	Основы электротехники и электротехническое оборудование
Форма обучения	очная
Выдаваемый документ	удостоверение о повышении квалификации
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Научно-образовательный центр "Экология энергетики"

Зам. директора ИДДО

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

Н.В.
Усманова

Начальник ОДПО

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

А.Г. Крохин

Начальник ФДО

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

Н.В. Малич

Руководитель НОЦ
"Экология энергетики"

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Путилова И.В.
	Идентификатор	R94958b9e-PutilovaIV-2f812984

И.В.
Путилова

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Путилова И.В.
	Идентификатор	R94958b9e-PutilovaIV-2f812984

И.В.
Путилова

Москва

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: повышение квалификации путем совершенствования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для их профессиональной деятельности в области электроэнергетики и электротехники, а также работой с электротехническим оборудованием..

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 20.012 «Работник по организации эксплуатации электротехнического оборудования тепловой электростанции», утвержденным приказом Минтруда 06.07.2015 г. № 428н, зарегистрированным в Минюсте России 29.07.2015 г. № 38254, уровень квалификации 6.

Форма реализации: обучение в МЭИ.

Форма обучения: очная.

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 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 программу повышения квалификации, должны иметь высшее или среднее профессиональное образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца..

Выдаваемый документ: при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации 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): 5.

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-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: - Процедуры системного анализа, включающего методики проведения исследования и организацию процесса принятия решения..
	Уметь: - Оценить повышение эффективности процедур анализа проблем и принятия решений..
	Владеть: - Алгоритмом принятия решения, методами установления причинно-следственных связей и определения наиболее значимых среди них, методиками постановки целей и определения способов ее достижения..
ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	Знать: - Методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока..
	Уметь: - Применять знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами при проектировании синхронных машин..
	Владеть: - Методами анализа установившихся режимов работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, знанием их режимов работы и характеристик..

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

Уровень квалификации 6.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
20.012 «Работник по организации эксплуатации электротехнического оборудования тепловой электростанции»	

<p>ПК-495/В/04.6/1 способен проводить оценку технического состояния, поддерживать и восстанавливать работоспособность электротехнического оборудования</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Определение приоритетности и сроков проведения срочных и плановых работ по восстановлению работоспособности электротехнического оборудования; - Предъявление к сдаче административному руководству документации по окончании ремонта, участие во вводе оборудования в работу; - Составление дефектных ведомостей выводимого в ремонт основного оборудования; - Контроль организации ремонтного процесса электротехнического оборудования по срочным и плановым работам, соблюдения сроков и технологии ремонта электротехнического оборудования; - Проведение обходов и осмотров электротехнического оборудования, механизмов и устройств, контроль соблюдения оперативным персоналом установленного режима работы электротехнического оборудования, действующих правил и инструкций.
	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Контролировать состояние релейной защиты, дистанционного управления, сигнализации и электроавтоматики, режим работы турбогенераторов; - Оценивать техническое состояние электротехнического оборудования.
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требованиями к ним; - Правила и нормы испытания изоляции электротехнического оборудования; - Технология, нормы и правила проведения ремонтных работ; - Характерные неисправности и повреждения электротехнического оборудования и устройств, способы их определения и устранения; - Принцип работы, схемы подключения, размещения измерительных приборов и датчиков; - Технические требования, предъявляемые к электроэнергии; - Технологический процесс производства водорода методом электролиза воды; - Технологический процесс производства тепловой и электрической энергии; - Основы электротехники.

	генераторов										
10.1	Режимы работы трансформаторов и генераторов	8	8	8							
11	Итоговая аттестация	1	1				1				Итоговый зачет
	ИТОГО:	1000	1000	9900	00	100	00	00			

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.	Состояние электроэнергетики РФ	
1.1.	Структура электроэнергетики РФ	Виды электростанций. Совместная выработка тепловой и электрической энергии. Показатели работы ТЭС. Основные потери на ТЭС. Основное и вспомогательное тепломеханическое и электротехническое оборудование.
1.2.	Структура и объекты электросетевого хозяйства.	Магистральные и распределительные сети. Основные потери в электрических сетях. Обеспечение качества электроэнергии.
2.	Теоретические основы электротехники	
2.1.	Теоретические основы электротехники	Основные явления и характеристики электромагнитного поля. Задачи теории электрических цепей: анализ, синтез, диагностика. Основные термины и определения теории линейных электрических цепей. Цепи постоянного тока. Цепи синусоидального тока. Резонанс характеристики. Частотные характеристики реактивных двухполюсников. Коэффициент мощности электротехнических установок и способы его повышения. Трехфазные цепи. Цепи несинусоидального тока. Методика расчета цепей постоянного тока. Комплексный метод и методика расчета одно-фазных цепей синусоидального тока. Методика расчета трехфазных цепей синусоидального тока.
3.	Электромеханика	
3.1.	Электромеханика	Трансформаторы. Асинхронные машины. Синхронные машины. Машины постоянного тока. Конструкции основных типов трансформаторов, асинхронных, синхронных машин и машин постоянного тока, характеристики машин в основных режимах их работы.
4.	Релейная защита и автоматика	

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
4.1.	Релейная защита и автоматика	Назначение релейной защиты; требования, предъявляемые к релейной защите. Принципы выполнения релейной защиты. Устройства релейной защиты с относительной селективностью. Устройства релейной защиты с абсолютной селективностью. Основные и резервные защиты основных элементов электроэнергетической системы. Автоматика нормального режима работы энергосистемы. Противоаварийная автоматика.
5.	Технологическая и экологическая безопасность электроустановок	
5.1.	Технологическая и экологическая безопасность электроустановок	Действие электрического тока на организм человека и способы снижения уровня его воздействия. Электротравматизм. Анализ опасности электрических сетей с напряжением до и выше 1000 В. Меры безопасности при работах под наведенным напряжением в сетях с напряжением выше 1000 В. Проектирование и эксплуатация заземляющих устройств. Методы и средства обеспечения электробезопасности. Защитное автоматическое отключение электропитания. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ. Организация безопасной эксплуатации электроустановок. Порядок оформления, организация и проведение работ в электроустановках. Меры безопасности при выполнении отдельных работ в электроустановках. Средства защиты персонала в электроустановках. Экологическая безопасность электроустановок.
6.	Электрическая часть станций и подстанций	
6.1.	Электрическая часть станций и подстанций	Основные понятия. причины возникновения переходных процессов. Переходные процессы в синхронной машине при гашении магнитного поля, форсировки возбуждения и КЗ. Переходный процесс при трехфазном КЗ в цепи без трансформаторов, подключенный к источнику синусоидального напряжения. Расчет начального значения периодической составляющей тока трехфазного КЗ от синхронной машины без учета влияния демпферных контуров. Влияние системы возбуждения синхронной машины на переходный процесс. Практические методы расчета токов КЗ. Условия, при которых допустимо применение метода симметричных составляющих для анализа несимметричных режимов в трехфазных электрических цепях, содержащих электрические машины. Расчет токов

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		и напряжений при двухфазном КЗ на землю. Комплексные схемы замещения. КЗ в распределительных сетях и системах электро-снабжения. Назначение и роль электрической части и электрооборудования. Эксплуатационные режимы работы. Требования к электрооборудованию. Структурные и главные схемы электроустановок. Синхронные компенсаторы. Регулирование напряжения силовых трансформаторов и авто-трансформаторов, способы заземления и режимы работы нейтрали, защита от перенапряжений. Конструкции, параметры и основные эксплуатационные характеристики коммутационных аппаратов. Выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели, плавкие предохранители, заградители, разрядники, ограничители перенапряжений, реакторы. Измерительные трансформаторы и устройства. СН электростанций.
7.	Диагностика состояния генераторов, трансформаторов и коммутационных аппаратов	
7.1.	Диагностика состояния генераторов, трансформаторов и коммутационных аппаратов	Современные методы диагностики технического состояния электрооборудования. Диагностика синхронных генераторов. Диагностика высоковольтного электрооборудования. Характеристики частичных разрядов. Годограф вектора изменения комплексной проводимости. Физико-химические превращения материалов под воздействием повреждений и дефектов. Измерительные устройства и приспособления. Диагностика маслонаполненного электрического оборудования, силовые трансформаторы автотрансформаторы и шунтирующие реакторы. Особенности применения оптико-электронных методов в диагностике. Применения методов физических и газохроматографических методов в контроле и диагностике силовых и измерительных трансформаторов.
8.	Автоматизированные системы управления электротехническим оборудованием электростанций и подстанций	
8.1.	Автоматизированные системы управления электротехническим оборудованием электростанций и подстанций	Назначение и состав систем контроля и управления электрооборудованием электроустановок (измерения, дистанционное управление, сигнализация, автоматика, защиты). Структура автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Управление ЭТО в АСУ ТП технологическим оборудованием электростанций. Структура АСУ ТП

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>подстанций. Аппаратура вторичных цепей электроустановок. Правила построения принципиальных электрических схем. Микропроцессорные средства управления. Контроллеры, модули устройств сопряжения с объектом (УСО). Типы входных и выходных сигналов. Типовые сигналы для управления электрооборудованием. Схемы подключения сигналов. Источники сигналов (трансформаторы тока и напряжения, блок - контакты выключателей). Программное обеспечение для разработки АСУ ТП. Конфигурирование программно-технических комплексов. Программирование контроллеров, технологические языки программирования в соответствии со стандартом МЭК-61131. SCADA – системы. Организация цифровых сетей. Аппаратура. Протоколы цифрового обмена. Понятия технологии «цифровых подстанций».</p>
9.	Электроустановки	
9.1.	Спец. вопросы электрической части электроустановок	<p>Назначение электроизоляционных конструкций оборудования высокого напряжения; общие требования к изоляционным конструкциям. Условия работы изоляционных конструкций. Электрические воздействия на изоляцию оборудования высокого напряжения. Тепловые и механические воздействия на изоляционные конструкции оборудования высокого напряжения. Классификация электрической изоляции оборудования и установок высокого напряжения, понятие о внешней и внутренней изоляции. Важнейшие свойства внешней изоляции. Важнейшие общие свойства внутренней изоляции, понятие о кратковременной и длительной электрической прочности. Система испытаний электрической изоляции оборудования и установок высокого напряжения, задачи испытаний. Измерения характеристик частичных разрядов: общие подходы и правила, особенности испытания разных видов оборудования. Оборудование для испытания изоляции установок высокого напряжения. Защита от перенапряжений и координация изоляции электроустановок высокого напряжения. Типы, конструктивные особенности, технические характеристики и область применения измерительных трансформаторов в электроустановках высокого напряжения. Опыт эксплуатации выключателей выше 1</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		кВ, электрическая дуга в выключателях и методы ее гашения. Особенности конструкций и работы выключателей разного типа, область их применения.
10.	Режимы работы трансформаторов и генераторов	
10. 1.	Режимы работы трансформаторов и генераторов	Математическое описание режимов работы синхронных генераторов. Системы возбуждения турбогенераторов. Системы охлаждения и тепловые режимы турбогенераторов. Статические и динамические режимы турбогенераторов. Математическое описание режимов работы асинхронных двигателей.

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

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложении 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
<i>Не предусмотрено</i>	

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 *итогового зачета*. 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. 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 . – 3-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 288 с. - ISBN 978-5-383-00401-2 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5284>;

2. Жохова, М. П. Теоретические основы электротехники : рабочая тетрадь по курсу "Теоретические основы электротехники" для слушателей программ профессиональной переподготовки и повышения квалификации по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / М. П. Жохова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 64 с. - ISBN 978-5-7046-2455-4 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11614>;

3. Жохова, М. П. Теоретические основы электротехники : учебное пособие для слушателей программ профессиональной переподготовки и повышения квалификации по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / М. П. Жохова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 324 с. - ISBN 978-5-7046-2066-2 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10534>;

4. Кондратов, О. И. Выключатели - коммутационные аппараты в электроустановках (сетях) трехфазного переменного тока частотой 50 Гц номинальным напряжением выше 1кВ : учебное пособие для слушателей программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / О. И. Кондратов, В.И. Завидей, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 188 с. - ISBN 978-5-7046-2371-7 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11503>;

5. Кривенков, В. В. Релейная защита и автоматика энергосистем : учебное пособие по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника", модуль "Электроэнергетика" / В. В. Кривенков ; ред. А. Ф. Дьяков ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2012 . – 164 с. - ISBN 978-5-7046-1377-0 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5007>;

6. Крючков, И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ : учебно-справочное

пособие для вузов / И. П. Крючков, М. В. Пираторов, В. А. Старшинов ; ред. И. П. Крючков . – М. : Издательский дом МЭИ, 2015 . – 138 с. - ISBN 978-5-383-00958-1 .;

7. Кузнецов, М. И. Основы электротехники / М. И. Кузнецов . – 10-е изд., перераб. – М. : Высшая школа, 1970 . – 367 с.;

8. Трофимов, А. В. Основы организации микропроцессорных автоматизированных систем управления технологическими процессами электроустановок : учебное пособие по курсу "Основы автоматизированных систем управления электроустановок подстанций" по направлению "Электрические станции" / А. В. Трофимов, А. М. Поляков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 128 с. - ISBN 978-5-7046-1568-2 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=6983>;

9. Федосеев, А. М. Релейная защита электроэнергетических систем : Учебник для вузов по специальности "Автоматическое управление электроэнергетическими системами" / А. М. Федосеев, М. А. Федосеев . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1992 . – 526 с. - ISBN 5-283-01171-2 : 33.75 .;

10. Шульга, Р. Н. Разработка, испытания и применение электрических машин: [в 2-х ч.] : учебное пособие по курсу "Электромеханика" для слушателей программы профессиональной переподготовки НОЦ "Экология энергетики", а также по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Р. Н. Шульга, А. А. Лабутин, А. А. Кирякин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2022 .;

11. Шульга, Р. Н. Специальные вопросы разработки выключателей генераторов, трансформаторов, конденсаторных батарей : учебное пособие по курсу "Специальные вопросы электрической части электроустановок" для слушателей программ профессиональной переподготовки НОЦ "Экология энергетики", а также для студентов по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Р. Н. Шульга, И. В. Путилова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 232 с. - ISBN 978-5-7046-2489-9 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11822>.

б) литература ЭБС и БД:

1. "Электротехническое оборудование и схемы соединений подстанций Э45 6–330 кВ", Издательство: "САФУ", Архангельск, 2019 - (100 с.)
<https://e.lanbook.com/book/161858>.

в) используемые ЭБС:

Не предусмотрено

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 приложении 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
-------	-------------------------------------	----------------------------

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Путилова И.В.
Идентификатор	R94958b9e-PutilovaIV-2f812984	

И.В.
Путилова