



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-ShindinaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
*повышения квалификации*

Наименование программы	Техническая эксплуатация и ремонт силовых трансформаторов и турбогенераторов ТЭС
Форма обучения	очно-заочная
Выдаваемый документ	удостоверение о повышении квалификации
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Научно-образовательный центр "Экология энергетики"

Зам. начальника  
ОДПО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мамонтова Е.П.
	Идентификатор	R3626ebac-MamontovaYP-dd49d0f

Е.П.  
Мамонтова

Начальник ОДПО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Селиверстов Н.Д.
	Идентификатор	Rf19596d9-SeliverstovND-39ee0b7

Н.Д.  
Селиверстов

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 технической эксплуатации и ремонта силовых трансформаторов и турбогенераторов ТЭС..

### **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. № 144, зарегистрированным в Минюсте России 22.03.2018 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 на территории заказчика.

**Форма обучения:** очно-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 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 сред-нее профессиональное образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться до-кументом 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
ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знать: - основные понятия высшей математики; фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики.
	Уметь: - использовать базовые знания в области математики и естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.
	Владеть: - основными физическими законами и математическими методами для решения задач профессиональной деятельности.

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/02.6/1</p> <p>способен планировать работы по эксплуатации электротехнического оборудования</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ условно постоянных затрат на эксплуатацию электротехнического оборудования, внесение предложений по их сокращению;</li> <li>- Составление перечня работ по текущей эксплуатации и плана их выполнения персоналом;</li> <li>- Составление актов о приемке выполненных работ по статье "эксплуатация";</li> <li>- Разработка плана мероприятий по снижению расхода электроэнергии на собственные нужды;</li> <li>- Разработка плана мероприятий по повышению надежности и экономичности работы электротехнического оборудования;</li> <li>- Составление графика обходов и осмотров электротехнического оборудования, механизмов и устройств, находящихся в ведении подразделения, оперативным персоналом;</li> <li>- Составление графика работы персонала электрического цеха.</li> </ul>
	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Работать с персональным компьютером и используемым на ТЭС программным обеспечением, современными средствами связи;</li> <li>- Составлять отчетные документы;</li> <li>- Составлять планы на кратко- и среднесрочную перспективы;</li> <li>- Определять состав и последовательность необходимых действий при выполнении работ;</li> <li>- Анализировать информацию, формировать представление о ситуации.</li> </ul>
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правила ведения технической документации и документооборота в организации;</li> <li>- Территориальное расположение электротехнического оборудования ТЭС;</li> <li>- Требования охраны труда при эксплуатации электроустановок;</li> <li>- Правила эксплуатации электротехнического оборудования;</li> <li>- Нормативные документы федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере электроэнергетики;</li> <li>- Трудовое законодательство Российской Федерации.</li> </ul>

## 2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Не предусмотрено

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

### 3.1. Трудоемкость программы

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

- **1,3** зачетных единиц;

- **48** 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)		Контактная работа, ак. ч							Форма аттестации		
		всего	всего	аудиторные занятия	электронное обучение	обучение с ДОТ	контроль	Самостоятельная работа, ак. ч	Стажировка, ак. ч	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	Техническая эксплуатация и ремонт силовых трансформаторов и турбогенераторов ТЭС	46	22	22				24			Нет	
1.1.	Техническая эксплуатация и ремонт силовых трансформаторов ТЭС	30	14	14				16				
1.2.	Техническая эксплуатация и ремонт турбогенераторов ТЭС	16	8	8				8		Тестирование		
2	Итоговая	2	0.				03	1.7				Итоговый зачет

	аттестация	0	3									
	<b>ИТОГО:</b>	<b>480</b>	<b>223</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>03</b>	<b>25.7</b>	<b>0</b>			

### 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.	Техническая эксплуатация и ремонт силовых трансформаторов и турбогенераторов ТЭС	
1.1.	Техническая эксплуатация и ремонт силовых трансформаторов ТЭС	<p>1. Основные дефекты силовых трансформаторов. Организация диагностического контроля. Основные нормативные документы, регламентирующие объем и периодичность диагностических процедур. Особенности требований установленных в СТО РусГидро 02.01.124 2020 «Силовые трансформаторы. Организация технической эксплуатации. Нормы и требования» ред. 2023 г. в отличии от редакции 2020 г. и ОНИЭ ред. 6. Преимущества и недостатки систем мониторинга технического состояния трансформаторов. 2. Анализ растворенных в масле газов – как один из основных методов диагностического контроля. Современные приборы. Идентификация дефектов (что не указано в действующих документах). Трансформаторные масла. Масла кислотнo-щелочной очистки (ТКп, Т1500 и др.). Гидрокрекеновые масла (ГК, ВГ, ГК2 и др.). Проблемы масел разных групп. Стабильность масел различных групп. Физико-химические анализы, корреляция параметров. Причины организационно-технических ошибочных решений. 3. Задачи и необходимость выполнения. Электрические испытания. Необходимый объем в процессе эксплуатации и в случае отказа трансформатора. Тепловизионный контроль трансформаторов и другого электротехнического оборудования. Интерпретация результатов. Типичные ошибки. Комплексные диагностические обследования трансформаторов. Задачи, необходимый объем и результаты выполнения. 4. Специальные методы диагностического контроля. Измерение и локация ЧР и других электрических разрядов, Акустическая локация электрических разрядов. Вибрационные методы контроля силовых трансформаторов и маслonaсосов</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>системы охлаждения. Метод частотных характеристик (FRA-метод) для оценки технического состояния обмоток, отводов и магнитопровода. Опасность высокочастотных резонансных перенапряжений. Методы подавления этих резонансов. 5. Развитие дефектов и их контроль в высоковольтных вводах различного исполнения. Кабельные вводы и муфты, некоторые причины их отказов. Диагностический контроль. 6. Особенности развития дефектов в трансформаторах с литой изоляцией. Типичные ошибки при использовании принудительной системы охлаждения трансформаторов в закрытых помещениях (КТП). 7. Основные технические мероприятия при выполнении капитальных ремонтов силовых трансформаторов. Осмотр и измерения при выполнении капитальных ремонтов. Степень полимеризации и класс механической прочности целлюлозной изоляции. Восстановление изоляции активной части. Методы снижения влагосодержания изоляции обмоток. Обмыв и сушка изоляции. 8. Разрушающие и неразрушающие методы контроля экранированных (в том числе генераторных) токопроводов. Типичные дефекты и нарушения эксплуатации. Токопроводы и шинопроводы с литой изоляцией. Дефекты и их диагностика.</p>
1.2.	Техническая эксплуатация и ремонт турбогенераторов ТЭС	<p>1. Нормативные документы электроэнергетики в соответствии с Законом о техническом регулировании (№184-ФЗ от 27.12.2002). Общие сведения о структуре нормативных документов в электроэнергетике. Основные нормативные, нормативно-технические и нормативно правовые документы по организации эксплуатации электрооборудования в электроэнергетике (ПТЭ, Правила ТООР, Стандарты организаций ПАО «РусГидро» и ПАО «Россети»). 2. Технические характеристики турбогенераторов в соответствии с ГОСТ Р 70940-2023 Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия. Общие требования. Требования к генераторам с воздушным охлаждением. Требования к генераторам с водородным или жидкостным охлаждением. Требования безопасности. Комплектность. Правила приемки. Методы испытаний. Маркировка, упаковка, транспортирование, хранение. Гарантии изготовителя. 3. Техническая эксплуатация турбогенераторов в</p>



№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>соответствии с Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (Приказ № 1070 от 04.10.2022 Минэнерго России).</p> <p>Нормативные документы, регламентирующие техническую эксплуатацию объектов энергетики. Общие требования к организации технической эксплуатации. Требования к вводу в работу объектов электроэнергетики в эксплуатацию. Требования к персоналу. Требования к техническому обслуживанию и ремонту. Требования к технической документации. Техническое освидетельствование. Техническая эксплуатация турбогенераторов Допустимые режимы работы. Работа в неноминальных режимах. Действия персонала при возникновении аварийных режимов. 4. Техническое обслуживание и ремонт турбогенераторов в соответствии с Правилами организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики (Приказ №1013 от 25.10.2017 Минэнерго России)</p> <p>Терминология: техническая эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт. Классификация ремонтов в зависимости от планирования, объема и типичности работ. Ремонт по техническому состоянию. Условия перехода к ремонту по техническому состоянию. Ремонтная документация. Планирование ремонта. Подготовка к ремонту. Вывод оборудования в ремонт. Объем капитального и текущего ремонта. Приемка оборудования из ремонта. Оценка качества отремонтированного оборудования и качества ремонтных работ. 5. Испытания турбогенераторов в соответствии с РД 34.45-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования, СТО ПАО «Россети» 34.01-23.1-001-2017 Объем и нормы испытаний электрооборудования. Основные виды испытаний турбогенераторов. Новые виды испытаний: контроль состояния по параметрам частичных разрядов с использованием установки SMART PDBOX. 6. Техническое освидетельствование турбогенераторов в соответствии с Правилами проведения технического освидетельствования оборудования, зданий и сооружений (Приказ № 465 от 14.05.2019 Минэнерго России) и СТО ПАО «РусГидро» 02.03.130-2021 «Электрические станции и сети. Техническое освидетельствование основного и вспомогательного</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		оборудования технологических систем, зданий и сооружений. Нормы и требования». Виды и порядок проведения технического освидетельствования силовых трансформаторов. 7. Оценка технического состояния турбогенераторов в соответствии с Методикой оценки технического состояния основного технологического оборудования и линий электропередачи электрических станций и электрических сетей (Приказ №676 от 26.07.2017 Минэнерго РФ). Основные положения методики на примере оценки технического состояния турбогенераторов.

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
<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 . 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. Алексеев, Б. А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов / Б. А. Алексеев. – М. : ЭНАС, 2002. – 216 с. – (Основное электрооборудование в энергосистемах. Обзор отечественного и зарубежного опыта). – ISBN 5-931961-65-8.;

2. Долин, А. П. Открытые распределительные устройства с жесткой ошиновкой / А. П. Долин, Г. Ф. Шонгин. – Москва : Энергоатомиздат, 1988. – 190 с.;

3. Шонин, Ю. П. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт силовых масляных трансформаторов : практическое пособие для сотрудников эксплуатирующих, строительно-монтажных, наладочных и др. организаций электросетевого комплекса России / Ю. П. Шонин, В. Я. Путилов. – М. : Издательский дом МЭИ, 2013. – 760 с. – ISBN 978-5-383-00760-0.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5354>.

б) литература ЭБС и БД:

1. Астапенко Э. С., Кахиев Р. Н., Столяров Д. П.- "Трансформаторы и их применение", Издательство: "ТГАСУ", Томск, 2023 - (62 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/408650>.

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 приложении 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