



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	Rd0ad64b2-5hindinaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
*повышения квалификации*

<b>Наименование программы</b>	Цифровые двойники. Диагностический мониторинг высоковольтного электротехнического оборудования
<b>Форма обучения</b>	очная
<b>Выдаваемый документ</b>	удостоверение о повышении квалификации
<b>Новая квалификация</b>	
<b>Центр ДО</b>	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)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тимофеев Е.М.
	Идентификатор	R792df8f2-TimofeevYM-f843abe9

(подпись)

Е.М.  
Тимофеев

(расшифровка  
подписи)

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель** – повышение квалификации путем совершенствования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности по направлению «Электроэнергетика и электротехника» по профилю мониторинга и диагностики высоковольтного электротехнического оборудования электроэнергетических сетей..

### **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 20.027 «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 20.042 «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.

**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 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 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): 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-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: - основы определения круга задач в рамках поставленной цели, оптимальные способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.
	Уметь: - проводить измерения электрических и неэлектрических величин при диагностике электроэнергетического оборудования электрических сетей.
	Владеть: - информационно-аналитическим аппаратом поиска, анализа и принятия решения в рамках поставленных задач.
ОПК-6: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	Знать: - основные методики проведения диагностики высоковольтного электроэнергетического оборудования электрических сетей..
	Уметь: - проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности.
	Владеть: - аппаратным комплексом для проведения измерений величин, применительно к объектам профессиональной деятельности.
ОПК-1: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использования их для решения задач профессиональной деятельности	Знать: - современные информационные программные средства и комплексы, применяемые в диагностике высоковольтного электроэнергетического оборудования электрических сетей.
	Уметь: - пользоваться аппаратно-диагностическими комплексами работающими с применением информационно-вычислительных технологий.
	Владеть: - принципами работы современных информационных технологий и их использования для решения задач профессиональной деятельности.

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
20.027 «Работник по диагностике оборудования электрических сетей методами химического анализа»	
ПК-805/В/02.4/1 способен осуществлять проведение количественных анализов в рамках функциональной ответственности (аккредитации) химической лаборатории с целью диагностики электросетевого оборудования методами химического анализа	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Проведение химического анализа элементов изоляции электрооборудования;</li> <li>- Выдача заключений (рекомендаций) по результатам анализов;</li> <li>- Анализ результатов лабораторных испытаний на соответствие объектов испытаний нормативным показателям качества;</li> <li>- Проведение химического анализа твердых сорбентов.</li> </ul> <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Необходимые умения, предусмотренные трудовой функцией В/01.4;</li> <li>- Проводить испытания по методикам, необходимым для оценки качественных характеристик объектов испытаний, включенных в область аккредитации (кроме параметров трансформаторного масла).</li> </ul>

	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Государственные стандарты на выполняемые анализы и товарные продукты по обслуживаемому участку;</li> <li>- Требования, предъявляемые к качеству приготовляемых проб и проводимых анализов;</li> <li>- Схемы лабораторных установок, конструктивные особенности применяемого оборудования и приборов;</li> <li>- Правила обслуживания лабораторного оборудования, аппаратов и контрольно-измерительных приборов;</li> <li>- Правила наладки лабораторного оборудования;</li> <li>- Методы химического анализа по испытаниям (определяемым характеристикам), по объектам испытаний, включенным в область аккредитации химической лаборатории;</li> <li>- Свойства применяемых реактивов и предъявляемые к ним требования;</li> <li>- Методика проведения анализов средней сложности и свойства применяемых реагентов;</li> <li>- Особенности процессов растворения, фильтрации, экстракции и кристаллизации;</li> <li>- Способы установки и проверки титров;</li> <li>- Требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты, регламентирующие деятельность по трудовой функции.</li> </ul>
<p>ПК-805/С/01.5/1 способен осуществлять экспертное сопровождение деятельности по диагностике электросетевого оборудования методами химического анализа</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Формирование протоколов, отчетов об испытаниях, входящих в область аккредитации химической лаборатории, проведенных с целью диагностики состояния оборудования электрических сетей;</li> <li>- Контроль метрологической достоверности испытаний и анализов;</li> <li>- Методологическое сопровождение проведения испытаний и анализов, входящих в область функциональной ответственности (аккредитации лаборатории);</li> <li>- Проведение экспертной оценки технических характеристик, приобретаемых средств измерений, испытательного и вспомогательного оборудования для химических испытаний.</li> </ul>

	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Планировать работу;</li> <li>- Анализировать данные, обрабатывать и сопоставлять большие объемы информации;</li> <li>- Выявлять неточности первичных данных и результатов их обработки, осуществлять поиск их причин и источников;</li> <li>- Работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами на базовом уровне;</li> <li>- Применять основные методы защиты от возможных последствий технологических нарушений, аварий;</li> <li>- Разрабатывать аналитические, методические материалы.</li> </ul> <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Необходимые знания, предусмотренные трудовыми функциями А/01.3, А/02.3, В/01.4, В/02.4;</li> <li>- Специальные требования экологии, регламентирующие деятельность по трудовой функции;</li> <li>- Требования по объему и периодичности испытаний трансформаторных масел при их эксплуатации в электрооборудовании;</li> <li>- Технология производства объекта испытаний (трансформаторного масла), материалов (твердой изоляции) и их применения, а также возможные ухудшения качества изоляционных материалов;</li> <li>- Законодательная и нормативная база, стандарты в области обеспечения единства измерений;</li> <li>- Требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты, регламентирующие деятельность по трудовой функции.</li> </ul>
<p>20.042 «Работник по диагностике оборудования электрических сетей методами испытаний и измерений»</p>	

<p>ПК-1291/Е/01.5/1 способен осуществлять обобщение и анализ информации по результатам испытаний и измерения параметров оборудования электрических сетей</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ и учет замечаний по результатам проверок инспектирующих и надзорных организаций, обследований, заключений проектных институтов, независимых экспертов и т.д. по оборудованию электрических сетей;</li> <li>- Экспертиза предложений и формирование проектов планов диагностирования оборудования электрических сетей;</li> <li>- Подготовка предложений в проекты планов капитальных ремонтов оборудования электрических сетей;</li> <li>- Обработка, анализ и подготовка заключений о техническом состоянии оборудования электрических сетей по результатам диагностирования;</li> <li>- Анализ причин аварий и повреждений оборудования, связанных с электрическими и тепловыми пробоями или ослаблением изоляции;</li> <li>- Свод и анализ данных о выявленных нарушениях в работе оборудования электрических сетей по результатам диагностирования.</li> </ul>
	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Умения, предусмотренные трудовой функцией по коду D/02.5;</li> <li>- Вести техническую и отчетную документацию;</li> <li>- Работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами, специализированными программами на базовом уровне;</li> <li>- Применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области диагностирования оборудования электрических сетей;</li> <li>- Владеть статистическими методами обработки результатов испытаний и измерений;</li> <li>- Систематизировать и анализировать диагностическую информацию;</li> <li>- Обосновывать технические решения и готовить по ним заключения;</li> <li>- Формировать аналитические, методические документы и составлять запросы, письма, пояснительные записки, обосновывающие материалы;</li> <li>- Планировать и организовывать свою работу.</li> </ul>



	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знания, предусмотренные трудовой функцией по коду D/02.5;</li> <li>- Правила устройства электроустановок;</li> <li>- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей;</li> <li>- Объем и нормы испытаний электрооборудования;</li> <li>- Основы электротехники и электроники;</li> <li>- Методы математического анализа и моделирования;</li> <li>- Элементы экономического анализа;</li> <li>- Методики проведения испытаний и измерения параметров оборудования электрических сетей;</li> <li>- Методы теоретического и экспериментального исследования;</li> <li>- Функциональное назначение используемого диагностического оборудования;</li> <li>- Конструктивные, технические особенности и устройство применяемых средств для проведения испытаний, измерений;</li> <li>- Технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы электросетевого оборудования;</li> <li>- Порядок применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, способы и сроки испытания средств защиты и приспособлений;</li> <li>- Нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы электросетевого оборудования;</li> <li>- Передовой производственный опыт технического диагностирования оборудования электрических сетей.</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 зачетных единиц;

**36** 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 ДОГ	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	Цифровые двойники. Диагностический мониторинг высоковольтного электротехнического оборудования	34	34								Нет		
1.1.	Цифровые двойники. Диагностический мониторинг высоковольтного электротехнического оборудования	34	34										
2	Итоговая аттестация	2	2				2					Итоговый зачет	
	<b>ИТОГО:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</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.	Цифровые двойники. Диагностический мониторинг высоковольтного электротехнического оборудования	
1.1.	Цифровые двойники. Диагностический мониторинг высоковольтного	Идеология создания цифровых двойников для высоковольтного оборудования Системы диагностического мониторинга Экспертные диагностические системы Экономическая

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	электротехнического оборудования	эффективность для различных видов электротехнического оборудования Современные разработки цифровых приборов и методик для контроля состояния высоковольтного оборудования

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
Экскурсия	Знакомство с современным цифровым диагностическим оборудованием, в том числе Российского производства

#### 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 *-итоговый зачет*. 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. 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.

б) литература ЭБС и БД:

1. "Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ", Издательство: "Сибирское университетское издательство", Новосибирск, 2011 - (688 с.)  
[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57229;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57229)

2. Бортник И.М. , Белогловский А. А., Верещагин И. П., Вершинин Ю. Н.- "Электрофизические основы техники высоких напряжений", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (704 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72343;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72343)

3. Бузмакова Л. В.- "Основы технической диагностики электрооборудования", Издательство: "ДВГУПС", Хабаровск, 2018 - (90 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/179394;>

4. Кириллов Г. А.,Кашин Я. М.- "Техническая диагностика и мониторинг технического состояния электрооборудования" Ч. 2, Издательство: "КубГТУ", Краснодар, 2015 - (203 с.)  
[https://e.lanbook.com/book/231560.](https://e.lanbook.com/book/231560)

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 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

(должность, ученая степень, ученое  
звание)



Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Тимофеев Е.М.
Идентификатор	R792df8f2-TimofeevYM-f843abe9

(подпись)

Е.М.  
Тимофеев

(расшифровка  
подписи)