



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

Т.А. Шиндина
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации

**Наименование
программы**

Физико-химическая диагностика высоковольтного
оборудования

Форма обучения

очная

Выдаваемый документ

удостоверение о повышении квалификации

Новая квалификация

не присваивается

Центр ДО

Кафедра "Техники и электрофизики высоких напряжений"

Зам. начальника
ОДПО

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Крамской И.С.
Идентификатор	R45006172-KramskoyIS-36bfc414

И.С. Крамской

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 ТЭВН

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Ковалев Д.И.
Идентификатор	R09bdc37b9-KovalevDmI-bf54cea2

Д.И. Ковалев

Руководитель
образовательной
программы

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

Е.М.
Тимофеев

Москва

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: повышение квалификации путем совершенствования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности по направлению «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. № 144, зарегистрированным в Минюсте России 22.03.2018 г. № 50467.

- с Профессиональным стандартом 20.027 (Заменен) «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.

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 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 физико-химической диагностики высоковольтного оборудования.
	Уметь: - интерпретировать результаты физико-химического и хроматографического анализа трансформаторного масла.
	Владеть: - нормативной технической документацией по физико-технической диагностике высоковольтного оборудования.

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

Уровень квалификации 5.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
	20.027 (Заменен) «Работник по диагностике оборудования электрических сетей методами химического анализа»
ПК-805/В/01.4/1 способен осуществлять контроль качества трансформаторных масел в целях диагностики электросетевого оборудования методами химического анализа	Трудовые действия: - Проведение анализа поверочных смесей; - Выдача заключений (рекомендаций) по результатам химических анализов; - Проведение лабораторных испытаний трансформаторных масел при приеме и хранении; - Проведение лабораторных испытаний отобранных проб трансформаторных масел из эксплуатируемого электрооборудования; - Анализ результатов лабораторных испытаний трансформаторного масла на соответствие нормативным показателям качества; - Проведение лабораторных испытаний трансформаторных масел перед заливкой в маслонаполненное электрооборудование после ремонта или при вводе в работу нового маслонаполненного электрооборудования.

Умения:

- Применять инструменты, специальные приспособления, оборудование и средства измерений;
- 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;
- Организовывать собственную деятельность исходя из задач, определенных руководителем;
- 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;
- Применять защитные средства при проведении химического анализа;
- Применять методы безопасного обращения с химическими материалами и оборудованием.

	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы общей, физической и аналитической химии; - Правила пользования аналитическими весами, электролизной установкой, рефрактометром и аналогичными приборами; - Методы автоматизированной обработки информации; - Правила ведения технической документации на выполняемые работы; - Технические условия и государственные стандарты на проводимые анализы; - Способы определения массы и объема химикатов; - Правила наладки лабораторного оборудования; - Методические указания по эксплуатации трансформаторных масел; - Методы анализа качественных характеристик трансформаторного масла; - Методические указания по определению содержания воды и воздуха в трансформаторном масле; - Методические указания по подготовке и проведению хроматографического анализа газов, растворенных в масле силовых трансформаторов.
<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"> - Контроль метрологической достоверности испытаний и анализов; - Формирование протоколов, отчетов об испытаниях, входящих в область аккредитации химической лаборатории, проведенных с целью диагностики состояния оборудования электрических сетей. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Планировать работу; - Анализировать данные, обрабатывать и сопоставлять большие объемы информации; - Выявлять неточности первичных данных и результатов их обработки, осуществлять поиск их причин и источников; - Работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами на базовом уровне; - Разрабатывать аналитические, методические материалы.

	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Необходимые знания, предусмотренные трудовыми функциями А/01.3, А/02.3, В/01.4, В/02.4; - Требования по объему и периодичности испытаний трансформаторных масел при их эксплуатации в электрооборудовании; - Технология производства объекта испытаний (трансформаторного масла), материалов (твердой изоляции) и их применения, а также возможные ухудшения качества изоляционных материалов.
--	--

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:

- 1,1 зачетных единиц;
- 40 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

№	Назначение 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)	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13		
1	Физико-химическая диагностика высоковольтного оборудования	38	32	32				6			Нет		

1.1.	Отбор проб трансформаторного масла и газов из газовых реле для проведения физико-химического, в том числе хроматографического анализа	5	4	4					1	Тестирование		
1.2.	Пробоподготовка и проведение хроматографического анализа газов, растворенных в трансформаторном масле (ХАРГ). Особенности проведения градуировки хроматографических комплексов	5	4	4					1			
1.3.	Оценка состояния бумажной изоляции силовых трансформаторов по содержанию химических маркеров старения, растворенных в трансформаторном масле	5	4	4					1			
1.4.	Особенности определения влаги в трансформаторном масле и бумажной изоляции	2	2	2								
1.5.	Определение межфазного натяжения изоляционных масел	5	4	4					1			
1.6.	Мобильная физико-химическая лаборатория для оперативного контроля технического состояния высоковольтного оборудования	2	2	2								
1.7.	Контроль горючести газов из газовых реле силовых	5	4	4					1			

	трансформаторов										
1.8.	Автоматизированные системы диагностического мониторинга (АСДМ) силовых трансформаторов	5	4	4				1			
1.9.	Основы физико-химической диагностики высоковольтного газового оборудования	4	4	4							
2	Итоговая аттестация	2. 0	0. 3				0.3	1.7			Итоговый зачет
	ИТОГО:	4 0. 0	32 3	32	0	0	0.3	7.7	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.	Физико-химическая диагностика высоковольтного оборудования	
1.1.	Отбор проб трансформаторного масла и газов из газовых реле для проведения физико-химического, в том числе хроматографического анализа	Идеология физико-химического диагностического контроля технического состояния ВВО. НТД, регламентирующие пробоотбор. Обеспечение представительности пробы. Современное оборудование и приспособления для отбора и транспортировки проб трансформаторного масла и газов в лабораторию.
1.2.	Пробоподготовка и проведение хроматографического анализа газов, растворенных в трансформаторном масле (ХАРГ). Особенности проведения градуировки хроматографических комплексов	НТД, регламентирующие выполнение ХАРГ. Основные этапы выполнения ХАРГ: градуировка, пробоподготовка, выполнение анализа. Особенности градуировки хроматографических комплексов. Уточнение методики градуировки хроматографических комплексов для проведения ХАРГ.
1.3.	Оценка состояния бумажной изоляции силовых	Химические маркеры старения. Приборное и методическое обеспечение измерения содержания химических маркеров старения в трансформаторном

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	трансформаторов по содержанию химических маркеров старения, растворенных в трансформаторном масле	масле (вода, окись и двуокись углерода, фурановые производные, спирты). Распределение маркеров старения во внутренней изоляции силовых трансформаторов. Физико-химическая модель трансформатора. Оценка состояния бумажно-масляной изоляции и ранжирование эксплуатируемых СТ на основании результатов измерений содержания химических маркеров старения в трансформаторном масле.
1.4.	Особенности определения влаги в трансформаторном масле и бумажной изоляции	Формы существования воды в трансформаторном масле и бумажной изоляции. Методы и приборы определения влагосодержания трансформаторного масла и бумажной изоляции. Погрешности результатов измерений и их анализ.
1.5.	Определение межфазного натяжения изоляционных масел	Ресурсные показатели трансформаторного масла. Межфазное натяжение как показатель степени старения трансформаторного масла. Приборное и методическое обеспечение измерения межфазного натяжения трансформаторного масла. Метод отрыва кольца. Метод «объема капли». Измерение межфазного натяжения трансформаторного масла, в том числе методы измерения плотности. Влияние погрешности измерения плотности на результаты измерения межфазного натяжения трансформаторного масла. Интерпретация результатов измерения межфазного натяжения трансформаторного масла и ее взаимосвязь с другими показателями качества трансформаторного масла
1.6.	Мобильная физико-химическая лаборатория для оперативного контроля технического состояния высоковольтного оборудования	Особенности конструкции и условий применения переносных и передвижных приборов для контроля технического состояния высоковольтного оборудования. Конструктивные особенности мобильной физико-химической лаборатории (МФХЛ). Приборно-аналитическое обеспечение МФХЛ. Особенности выполнения, измерения и испытаний в МФХЛ. Программное обеспечение для сбора, обработки и обеспечения возможности передачи результатов обследований из МФХЛ в СУПА. Опыт эксплуатации МФХЛ
1.7.	Контроль горючести газов из газовых реле силовых трансформаторов	Газовое реле СТ. Анализ НТД, регламентирующих порядок действий при срабатывании газового реле. Индикация горючих газов. Инновационные приборы для индикации горючих газов: - приборы индикации горючих газов ПИГГ и Elchrom-DET - система

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		автоматической индикации и сигнализации наличия горючих газов в газовых реле СТ.
1.8.	Автоматизированные системы диагностического мониторинга (АСДМ) силовых трансформаторов	Термины и определения АСДМ высоковольтного оборудования. АСДМ состояния СТ. Общие технические требования к АСДМ СТ. Технико-экономическое обоснование применения АСДМ высоковольтного оборудования. Создание центра удаленного мониторинга
1.9.	Основы физико-химической диагностики высоковольтного элегазового оборудования	Элегаз как диагностическая среда. Примеси в элегазе. НТД, регламентирующие качественный и количественный состав примесей в элегазе. Приборное обеспечение для проведения анализа примесей в элегазе. Особенности диагностирования состояния элегазового оборудования по составу примесей.

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
Проблемная лекция	Представление современных диагностических приборов для физико-химической диагностики высоковольтного оборудования

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. Дарьян, Л. А. Определение концентраций газов, растворенных в изоляционном масле, методом газовой хроматографии : методические указания по курсу "Методы диагностики изоляции оборудования и установок высокого напряжения" для студентов, обучающихся по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" (программа "Техника и электрофизика высоких напряжений" и аспирантов, обучающихся по научной специальности 2.4.3 "Электроэнергетика" (модуль "Техника высоких напряжений") / Л. А. Дарьян, Е. В. Китова, А. В. Максимченко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2022. – 44 с.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=12019>;

2. Дарьян, Л. А. Технико-экономическая целесообразность применения систем диагностического мониторинга высоковольтного оборудования / Л. А. Дарьян, П. В. Голубев, Р. М. Образцов. – Москва : Энергопрогресс : Энергетик, 2020. – 100 с. – (Библиотечка электротехника, приложение к журналу "Энергетик" ; вып. 9 (261)). – ISBN 0013-7178.;

3. Новости электротехники : информ.-справ. издание : [журнал] / учредитель и издатель: ЗАО "Новости электротехники". – 2000-. – СПб. : Новости электротехники, 2008-. – Выходит 6 номеров в год. – В 2023 г. выход издания прекращен. Новости электротехники. – 2018. – №5-6.;

4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 262 с. – ISBN 978-5-16-009744-2.;

5. Правила устройства электроустановок / М-во энерг. Рос. Федерации. – 6-е изд., доп. с испр. – М. : Энергосервис, 2003. – 608 с. – ISBN 5-900835-46-4.;

6. Правила устройства электроустановок / М-во энерг. Рос. Федерации. – 7-е изд. – М. : Энергосервис, 2002. – 280 с. – ISBN 5-900835-49-9.;

7. Реферативный журнал. 21. Электротехника. Сводный том : [науч. журнал] / Рос. акад. наук (РАН), ВИНИТИ РАН. – 1982-. – М. : ВИНИТИ, 1996-. – Выходит ежемесячно. – С 1982 г. изд. разделилось на: Реферативный журнал. 21. Электротехника : сводный том ; Реферативный журнал. 22. Энергетика : сводный том. – ISSN 0203-5189. Реферативный журнал. 21. Электротехника. Сводный том. – 2020. – №8.;

8. Сборник научно-технических статей сотрудников Группы компаний "Россети". Вып. 2 / Е. В. Абрамченко, А. С. Александров, С. А. Арутюнов, [и др.], ПАО "Россети" ; ред. Н. А. Салтыкова. – М. : ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, 2019. – 364 с. – Авторы указаны в конце сборника. – Сб. сформирован из материалов, подгот. сотрудниками Группы компаний "Россети" в 2018-2019 гг. – ISBN 978-5-905485-51-0.;

9. Электроэнергия. Передача и распределение [Электронный ресурс] : издание для специалистов электросетевого комплекса : [журнал] / учредитель и издатель: ООО "Кабель". – 2010-. – М. : Кабель, 2012-. – С 2012 года доступен в электронном виде. – ISSN 2218-3116.;

10. Энергетик : ежемесячный производственно-массовый журнал / учредители: Минэнерго России [и др.]. – 1928-. – М. : Энергопрогресс, 1953-. – Выходит ежемесячно. – ISSN 0013-7278. Энергетик. – 2021. – №3.;

11. Энергетик : ежемесячный производственно-массовый журнал / учредители: Минэнерго России [и др.]. – 1928-. – М. : Энергопрогресс, 1953-. – Выходит ежемесячно. – ISSN 0013-7278. Энергетик. – 2021. – №5.;

12. Энергоэксперт : информационно-аналитический журнал для специалистов в области электроэнергетики и электротехники / учредитель и издатель: ООО "Издательский дом "Вся электротехника"". – 2007-. – М. : Вся электротехника, 2013-. – Выходит 6 раз в год. – ISSN 2075-6518. Энергоэксперт. – 2015. – N1.;

13. Энергоэксперт : информационно-аналитический журнал для специалистов в области электроэнергетики и электротехники / учредитель и издатель: ООО "Издательский дом "Вся электротехника"". – 2007-. – М. : Вся электротехника, 2013-. – Выходит 6 раз в год. – ISSN 2075-6518. Энергоэксперт. – 2019. – №2.;

14. Энергоэксперт : информационно-аналитический журнал для специалистов в области электроэнергетики и электротехники / учредитель и издатель: ООО "Издательский дом "Вся электротехника"". – 2007-. – М. : Вся электротехника, 2013-. – Выходит 6 раз в год. – ISSN 2075-6518. Энергоэксперт. – 2021. – №4(80)..

б) литература ЭБС и БД:

1. "Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: утверждены приказом Минэнерго России от 19.06.2003 г. № 229. Введены в действие с 30.06.2003 г.", Издательство: "Сибирское университетское издательство", Новосибирск, 2011 - (174 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57234>.

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 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	29.04.2024

Руководитель
образовательной
программы

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

Е.М.
Тимофеев