



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>	Расчет коротких замыканий в низковольтных установках переменного и постоянного тока для выбора электрооборудования и защит
<b>Форма обучения</b>	заочная
<b>Выдаваемый документ</b>	удостоверение о повышении квалификации
<b>Новая квалификация</b>	не присваивается
<b>Центр ДО</b>	Кафедра "Электрических станций"

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 ЭС

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чо Г.
	Идентификатор	R30396c85-ChoG-6322fea7

Г. Чо

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гусев Ю.П.
	Идентификатор	R6370d060-GusevYP-efae1cca

Ю.П. Гусев

Москва



## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** повышение квалификации путем формирования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области расчета коротких замыканий, выбора защит от сверхтоков и выбора оборудования электроустановок переменного и оперативного постоянного и тока.

### **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 20.034 «Работник по обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей», утвержденным приказом Минтруда 29.06.2017 г. № 524н, зарегистрированным в Минюсте России 29.08.2017 г. № 48011, уровень квалификации 6.

**Форма реализации:** обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

**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 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 техническое образование по направлению "Электроэнергетика и электротехника" и иметь базовые знания в области теоретической электротехники. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца, или справкой об обучении..

**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-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	Знать: - требования к электрооборудованию и факторы, влияющие на токи короткого замыкания.
	Уметь: - составлять расчетные условия для оценки минимальных и максимальных токов короткого замыкания.
	Владеть: - навыками практических расчетов токов короткого замыкания и выбора 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
20.034 «Работник по обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей»	
ПК-839/F/03.5/1 способен осуществлять расчет уставок устройств РЗА	Трудовые действия: - Составление схем замещения на обслуживаемом оборудовании в соответствии с диспетчерской подчиненностью.
	Умения: - Читать электрические схемы в рамках своей ответственности; - Работать со специализированными программами.
	Знания: - Топология сети в зоне эксплуатационной ответственности; - Правила расчета токов короткого замыкания и выбора электрооборудования.

**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:

- 2 зачетных единиц;

72 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						Самостоятельная работа, ак. ч	Стажировка, ак. ч	Форма аттестации		
		всего	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	Обзор нормативно-технических документов и программного обеспечения по выбору электрооборудования и расчету токов КЗ	8	0	0	0	0	0	8	0		Нет	
1.1.	Национальные, межгосударственные, международные стандарты. Корпоративные и межотраслевые НТЛ. Требования к проектной документации. Функциональные возможности и особенности зарубежных и	8	0	0	0	0	0	8	0			

	отечественных программ для расчета коротких замыканий и выбора электрооборудования. Соответствие методов расчета коротких замыканий действующим стандартам. Обеспечение качества электроэнергии и электромагнитной совместимости.											
2	Автоматические выключатели и плавкие предохранители	1 0	1	0	0	1	0	9	0		Нет	
2.1.	Расчетная схема. Предшествующие условия. Место короткого замыкания. Вид короткого замыкания. Продолжительность короткого замыкания. Минимальный и максимальный ток короткого замыкания. Карта селективности.	1 0	1	0	0	1	0	9	0			
3	Расчетные условия для проверки термической стойкости и невозгораемости кабелей	1 0	1	0	0	1	0	9	0		Нет	
3.1.	Особенности национальных НТД. Учет принужденной и свободной составляющих в токе короткого замыкания. Теплообмен с окружающей средой. Сравнение свойств изоляции.	1 0	1	0	0	1	0	9	0			
4	Расчетные условия для проверки	1	1	0	0	1	0	9	0		Нет	

	глубины и продолжительности провалов напряжения	0										
4.1.	Причины провалов напряжения, перерывов электропитания, коммутационных перенапряжений. Требования по ЭМС и методы их обеспечения.,	1 0	1	0	0	1	0	9	0			
5	Аккумуляторы	8	1	0	0	1	0	7	0		Нет	
5.1.	Электроприемники СОПТ. Виды нагрузок. Графики нагрузки АБ. Расчет количество аккумуляторов в батарее. Предварительный расчет емкости АБ. Учет влияния старения, разряженного состояния и температуры на требуемую емкость АБ. Расчетные условия для выбора зарядных устройств. Методика выбора зарядных устройств.	8	1	0	0	1	0	7	0			
6	Обзор способов обеспечения чувствительности, селективности, резервирования защитных аппаратов и ЭМС в низковольтных электроустановках	8	1	0	0	1	0	7	0		Нет	
6.1.	Компоновка электрооборудования. Источники основного и резервного электропитания..Трассировка кабелей. Сечение и длина кабелей. Параметры	8	1	0	0	1	0	7	0			

	отключающих защитных аппаратов. Варианты ближнего и дальнего резервирования отключающих защитных аппаратов. Выносные защиты.											
7	Обзор способов обеспечения термической стойкости и невозгораемости кабелей	8	1	0	0	1	0	7	0		Нет	
7.1.	Количество уровней защиты от коротких замыканий. Степень селективности. Свойства электроизоляции. Логическая селективность автоматических выключателей. Способы прокладки кабелей. Пожары в коллекторах.	8	1	0	0	1	0	7	0			
8	Обзор способов обеспечения ЭМС по глубине и продолжительности провалов напряжения	8	1	0	0	1	0	7	0		Нет	
8.1.	Влияние электрической дуги на провалы напряжения и коммутационные перенапряжения. Влияние индуктивности цепей электропитания. Сопоставление автоматических выключателей и плавких предохранителей.	8	1	0	0	1	0	7	0			
9	Итоговая аттестация	2	2	0	0	0	2	0	0			Итоговый зачет



<b>ИТОГО:</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>63</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.	Обзор нормативно-технических документов и программного обеспечения по выбору электрооборудования и расчету токов КЗ	
1.1.	Национальные, межгосударственные, международные стандарты. Корпоративные и межотраслевые НТД. Требования к проектной документации. Функциональные возможности и особенности зарубежных и отечественных программ для расчета коротких замыканий и выбора электрооборудования. Соответствие методов расчета коротких замыканий действующим стандартам. Обеспечение качества электроэнергии и электромагнитной совместимости.	Обзор требований НТД в части расчета токов КЗ и выбора оборудования
2.	Автоматические выключатели и плавкие предохранители	
2.1.	Расчетная схема. Предшествующие условия. Место короткого замыкания. Вид короткого замыкания. Продолжительность короткого замыкания. Минимальный и	Составление схем замещения. Назначение расчетов токов КЗ

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	максимальный ток короткого замыкания. Карта селективности.	
3.	Расчетные условия для проверки термической стойкости и невозгораемости кабелей	
3.1.	Особенности национальных НТД. Учет принужденной и свободной составляющих в токе короткого замыкания. Теплообмен с окружающей средой. Сравнение свойств изоляции.	Особенности составления расчетных условий для проверки проводников
4.	Расчетные условия для проверки глубины и продолжительности провалов напряжения	
4.1.	Причины провалов напряжения, перерывов электропитания, коммутационных перенапряжений. Требования по ЭМС и методы их обеспечения.,	Провалы напряжения и методы обеспечения требований ЭМС с учетом токов КЗ и характеристик срабатывания защитных аппаратов
5.	Аккумуляторы	
5.1.	Электроприемники СОПТ. Виды нагрузок. Графики нагрузки АБ. Расчет количество аккумуляторов в батарее. Предварительный расчет емкости АБ. Учет влияния старения, разряженного состояния и температуры на требуемую емкость АБ. Расчетные условия для выбора зарядных устройств. Методика выбора зарядных устройств.	СОПТ электростанций и подстанций. Характеристики источников, методики выбора ЗУ и АБ
6.	Обзор способов обеспечения чувствительности, селективности, резервирования защитных аппаратов и ЭМС в низковольтных электроустановках	
6.1.	Компоновка электрооборудования.	Способы обеспечения чувствительности и селективности

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	<p>Источники основного и резервного электропитания. Трассировка кабелей. Сечение и длина кабелей. Параметры отключающих защитных аппаратов. Варианты ближнего и дальнего резервирования отключающих защитных аппаратов. Выносные защиты.</p>	
7.	Обзор способов обеспечения термической стойкости и невозгораемости кабелей	
7.1.	<p>Количество уровней защиты от коротких замыканий. Степень селективности. Свойства электроизоляции. Логическая селективность автоматических выключателей. Способы прокладки кабелей. Пожары в коллекторах.</p>	Обеспечение термической стойкости и невозгораемости проводников путем выбора защитных аппаратов
8.	Обзор способов обеспечения ЭМС по глубине и продолжительности провалов напряжения	
8.1.	<p>Влияние электрической дуги на провалы напряжения и коммутационные перенапряжения. Влияние индуктивности цепей электропитания. Сопоставление автоматических выключателей и плавких предохранителей.</p>	Обеспечение требований ЭМС за счет выбора защитных аппаратов

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
Решение задач	Задачи на закрепление теоретического материала на примерах
Проблемная лекция	Лекция наряду с изложением теоретического, нормативного и практического материала подразумевает обсуждение круга проблем, т.е. дискуссионных вопросов, недостаточно разработанных в науке, но имеющих актуальное значение для теории и практики

## **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. Короткие замыкания и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, [и др.] ; ред. И. П. Крючков, В. А. Старшинов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 568 с. - Победитель ежегодного общероссийского Конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по электроэнергетике 2011 года . - ISBN 978-5-383-00709-9 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4248>;

2. 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 . – 2-е., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00625-2 ..

б) литература ЭБС и БД:

1. Крючков И.П. , Старшинов В.А. , Гусев Ю.П. - "Короткие замыкания и выбор электрооборудования", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (568 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72231](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72231).

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 согласована	10.10.2022

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гусев Ю.П.
	Идентификатор	R6370d060-GusevYP-efae1cca

Ю.П.  
Гусев