



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*

<b>Наименование программы</b>	Применение современных технологий передачи электроэнергии постоянным током и систем накопления электроэнергии в электроэнергетических системах
<b>Форма обучения</b>	заочная
<b>Выдаваемый документ</b>	удостоверение о повышении квалификации
<b>Новая квалификация</b>	не присваивается
<b>Центр ДО</b>	Центр подготовки и переподготовки "Инновационные технологии систем обеспечения безопасности"

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 ЦПП  
ИТБ

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Буц Д.Н.
	Идентификатор	Rca24a280-ButsDN-af2b6fbb

Д.Н. Буц

Москва

Руководитель  
образовательной  
программы

---



<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
Владелец	Дорошин А.Н.
Идентификатор	R97f450a3-DoroshinAN-5a7f6fea

А.Н.  
Дорошин

---

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** повышение квалификации путем получения производственно-технологических, эксплуатационных и управленческих компетенций и подготовка специалистов к работе для выполнения нового вида профессиональной деятельности в области эффективной передачи электроэнергии постоянным током и систем накопления электроэнергии в электроэнергетических системах..

**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.

**Форма реализации:** обучение с использованием исключительно 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 высшее профессиональное образование.

**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
ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Основы построения и чтения электрических, функциональных и блок-схем основных элементов устройств сопряжения сетей переменного и постоянного тока с помощью устройств на базе силовой полупроводниковой техники.;</li><li>- Методы расчета и проектирования оборудования технологий передач и вставок постоянного тока на базе преобразователей тока и преобразователей.;</li><li>- Методы расчета и проектирования оборудования систем накопления электрической энергии.</li></ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Формировать математические модели оборудования технологий передач и вставок постоянного тока на базе преобразователей тока и преобразователей напряжения в составе электроэнергетических систем, используемых при анализе установившихся и переходных режимов.;</li><li>- Проектировать системы автоматического управления технологий передач и вставок постоянного тока на базе преобразователей тока и преобразователей напряжения.;</li><li>- Проектировать системы автоматического управления систем накопления электрической энергии.</li></ul>
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Навыками проектирования систем защиты и автоматики технологий передач и вставок постоянного тока на базе преобразователей тока и преобразователей напряжения.;</li><li>- Навыками математического моделирования и расчета режимов работы электроэнергетических систем с технологиями передач и вставок постоянного тока.;</li><li>- Навыками математического моделирования и расчета режимов работы энергосистем с системами накопления электрической энергии..</li></ul>

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

Уровень квалификации \_\_\_\_\_.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы	
Трудовые функции	Требования к результатам

## 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)	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)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	
1	Оборудование технологий передач и вставок постоянного тока (ВПТ и ППТ)	18	15			13	2	3			Зачет		
1.1.	Базовые принципы построения и схемы систем ВПТ и ППТ.	5	4			4		1					
1.2.	Элементы устройств сопряжения сетей	5	4			4		1					

	переменного и постоянного тока с помощью устройств на базе силовой полупроводниковой техники.											
1.3.	Особенности исполнения многоуровневых и многотерминальных преобразователей.	8	7			5	2	1				
2	Математические модели оборудования технологий ППТ и ВПТ	1 7	14			12	2	3			Зачет	
2.1.	Математические задачи с применением ВПТ и ППТ.	5	4			4		1				
2.2.	Статическая и динамическая устойчивость электроэнергетических систем с ППТ и ВПТ.	1 2	10			8	2	2				
3	Концепции развития рынка систем накопления электроэнергии	1 8	14			12	2	4			Зачет	
3.1.	Сценарии развития рынка систем накопления электроэнергии	6	4			4		2				
3.2.	Этапы изменения нормативно-правового и технического регулирования рынка систем накопления электроэнергии	5	4			4		1				
3.3.	Стратегические задачи развития рынка систем накопления электроэнергии	7	6			4	2	1				
4	Математические модели систем накопления электроэнергии	1 8	14			12	2	4			Зачет	
4.1.	Математические модели систем	6	4			4		2				

	накопления электроэнергии, используемые при анализе установившихся режимов ЭЭС										
4.2.	Математические задачи систем накопления электроэнергии, используемые при анализе переходных режимов ЭЭС	5	4			4		1			
4.3.	Анализ математических моделей систем накопления электроэнергии в различных программных и программно-аппаратных комплексах моделирования ЭЭС	7	6			4	2	1			
5	Итоговая аттестация	1	1				1				Итоговый зачет
	<b>ИТОГО:</b>	<b>7 2</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>49</b>	<b>9</b>	<b>14</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.	Оборудование технологий передач и вставок постоянного тока (ВПТ и ППТ)	
1.1.	Базовые принципы построения и схемы систем ВПТ и ППТ.	Обучающимся предоставляется информация по базовым принципам построения систем ВПТ и ППТ. ППТ и ВПТ используются для решения ряда специфических задач: - создание протяжённых линий электропередачи большой мощности, межсистемных и межгосударственных связей; - объединение энергосистем с разными стандартами частоты и с различными законами регулирования и управления; - создание связей энергосистем, разделённых водными преградами; - снижение вредных экологических воздействий; - повышение живучести объединяемых энергосистем.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		Предоставляются основные схемы реализации этих принципов.
1.2.	Элементы устройств сопряжения сетей переменного и постоянного тока с помощью устройств на базе силовой полупроводниковой техники.	Однофазные управляемые выпрямители. Коммутация тока и внешние характеристики однофазных управляемых выпрямителей. Трёхфазные управляемые выпрямители. Энергетические характеристики управляемых выпрямителей. Ведомые сетью инверторы. Высшие гармонические первичного тока управляемых выпрямителей и ведомых сетью инверторов. Непосредственные преобразователи частоты.
1.3.	Особенности исполнения многоуровневых и многотерминальных преобразователей.	Основные принципы построения многоуровневых и многотерминальных преобразователей. Схемы многоуровневых и многотерминальных преобразователей.
2.	Математические модели оборудования технологий ППТ и ВПТ	
2.1.	Математические задачи с применением ВПТ и ППТ.	Рассматриваются основные математические задачи, в которых необходимо рассчитать параметры схемы с применением ВПТ и ППТ.
2.2.	Статическая и динамическая устойчивость электроэнергетических систем с ППТ и ВПТ.	Определение статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем с ППТ и ВПТ. Допущения, принимаемые при анализе устойчивости электроэнергетических систем с ППТ и ВПТ. Задачи расчета устойчивости электроэнергетических систем с ППТ и ВПТ. Устойчивость простейшей системы. Статическая устойчивость нагрузки электроэнергетических систем с ППТ и ВПТ. Анализ динамической устойчивости простейшей системы.
3.	Концепции развития рынка систем накопления электроэнергии	
3.1.	Сценарии развития рынка систем накопления электроэнергии	Предоставляется информация о текущем состоянии рынка систем накопления электроэнергии, а также о возможных сценариях его развития.
3.2.	Этапы изменения нормативно-правового и технического регулирования рынка систем накопления электроэнергии	Предоставляется информация о нормативно-правовых документах относящихся к регулированию рынка систем накопления электроэнергии. Федеральное законодательство. Постановления правительства РФ. Иные законодательные акты и нормативные документы непосредственно определяющие правила и влияющие на рынок систем накопления электроэнергии.
3.3.	Стратегические задачи развития рынка систем накопления электроэнергии	Рассматривается развитие систем накопления энергии в рамках реализации основных стратегических задач развития электроэнергетики России.
4.	Математические модели систем накопления электроэнергии	

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
4.1.	Математические модели систем накопления электроэнергии, используемые при анализе установившихся режимов ЭЭС	Предоставляется информация о принципах математического моделирования систем накопления энергии, а также рассматриваются ряд примеров их моделирования.
4.2.	Математические задачи систем накопления электроэнергии, используемые при анализе переходных режимов ЭЭС	Приводится описание основным математических задач для систем накопления электроэнергии, используемые при анализе переходных режимов ЭЭС
4.3.	Анализ математических моделей систем накопления электроэнергии в различных программных и программно-аппаратных комплексах моделирования ЭЭС	Рассматриваются основные программно-аппаратные комплексы позволяющие проводить анализ работы модели системы накопления энергии. Пример программно-аппаратного комплекса - RTDS

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 *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. Астахов, Ю. Н. Накопители энергии в электрических системах : Учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов / Ю. Н. Астахов, В. А. Веников, А. Г. Тер-Газарян . – М. : Высшая школа, 1989 . – 159 с.;

2. Ивакин, В. Н. Электропередачи и вставки постоянного тока и статические тиристорные компенсаторы / В. Н. Ивакин, Н. Г. Сысоева, В. В. Худяков ; Ред. В. В. Худяков . – М. : Энергоатомиздат, 1993 . – 334 с. - ISBN 5-283-01119-4 .;

3. Климова, Т. Г. Программно-аппаратный комплекс RTDS, методы построения схем и управления ими : учебное пособие по курсу "Программные средства для релейной защиты" / Т. Г. Климова, А. И. Расщепляев, Д. М. Серов . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 52 с. - ISBN 978-5-7046-1886-7 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9904>;

4. Электрические сети сверх- и ультравысокого напряжения ЕЭС России. Теоретические и практические основы. В 3-х томах / общ. ред. А. Ф. Дьяков . – М. : Энергопрогресс, 2012 . - ISBN 978-5-905918-04-9 . Т.3 : Электропередачи переменного тока специального исполнения. Электропередачи и вставки постоянного тока / А. Ф. Дьяков, [и др.] ; общ. ред. А. Ф. Дьяков . – 2012 . – 368 с. - ISBN 978-5-905918-03-2 ..

б) литература ЭБС и БД:

1. Андреев М. В., Рубан Н. Ю., Суворов А. А., Гусев А. С., Боровиков Ю. С., Уфа Р. А.- "Цифровой моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических

систем «REAL-TIME DIGITAL SIMULATOR (RTDS)», Издательство: "ТПУ", Томск, 2016 - (158 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/107715>.

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	Дорошин А.Н.
Идентификатор	R97f450a3-DoroshinAN-5a7f6fea

А.Н.  
Дорошин