



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
профессиональной переподготовки

Наименование программы	Системы электроснабжения
Форма обучения	заочная
Выдаваемый документ	диплом о профессиональной переподготовке
Новая квалификация	специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства
Центр ДО	Кафедра "Техники и электрофизики высоких напряжений"

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 ТЭВН

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ковалев Д.И.
	Идентификатор	R09bc37b9-KovalevDml-bf54cea2

Д.И.
Ковалев

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ковалев Д.И.
	Идентификатор	R09bc37b9-KovalevDml-bf54cea2

Д.И.
Ковалев

Москва

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: подготовка специалистов путем формирования новых профессиональных компетенций, необходимых для деятельности в профессиональной изученной в сфере «Электроэнергетика и электротехника». Программа является преемственной к основной образовательной программе высшего образования направления подготовки «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. № 14422.03.2018 г. № 50467.

- с Профессиональным стандартом 16.147 «Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства», утвержденным приказом Минтруда 30.08.2021 г. № 590н, зарегистрированным в Минюсте России 04.10.2021 г. № 65246, уровень квалификации 7.

Форма реализации: обучение с применением электронного обучения.

Форма обучения: заочная.

Режим занятий:

Расписание занятий утверждается руководителем ЦПП «Электроэнергетика» и располагается в электронной системе учета хода реализации программы при ее наличии. Для всех видов занятий устанавливается академический час продолжительностью 45 минут.

Часы работы слушателя в заочной форме выбираются слушателем свободно в рамках периода изучения соответствующей дисциплины программы, указанного в расписании. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 академических часов в неделю, включая все виды внеаудиторной (самостоятельной), а также заочной учебной работы слушателя. Расписание занятий их количество и продолжительность определяются календарным учебным графиком программы.

Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы: лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, должны иметь или получать высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца, или академической справкой о прохождении обучения, при этом диплом о профессиональной переподготовке выдается после предоставления соответствующего подтверждающего документа о получении требуемого образования..

Выдаваемый документ: при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается диплом о профессиональной переподготовке 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-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знать: - круг задач в рамках поставленной цели и выбор оптимального способа их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в сфере электроэнергетики и электротехники.
	Уметь: - формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение в сфере электроэнергетики и электротехники.
	Владеть: - выбором наиболее эффективных способов решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения в сфере электроэнергетики и электротехники.
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: - приемы (методы) поиска, критического анализа и синтеза информации; - основы применения системного подхода для решения поставленных задач в сфере электроэнергетики и электротехники.
	Уметь: - выполнять поиск необходимой информации, её критический анализ; - обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи в сфере электроэнергетики и электротехники.
	Владеть: - навыками использования системного подхода для решения поставленных задач в сфере электроэнергетики и электротехники.

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

Уровень квалификации 7.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
------------------	--------------------------

16.147 «Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства»

ПК-1174/С/01.7/1
способен осуществлять разработку принципиальной схемы электроснабжения электроприемников от основного, дополнительного и резервного источников электроснабжения объекта капитального строительства

Трудовые действия:

- Формирование требований к объемам и составу исходных данных для разработки проектной документации системы электроснабжения;
- Разработка вариантов структурных схем электроснабжения и выбор оптимальной структурной схемы;
- Сбор сведений о существующих и проектируемых объектах системы электроснабжения объекта капитального строительства;
- Выдача исходных данных для разработки проектной и рабочей документации;
- Утверждение и оформление основных технических решений концепции системы электроснабжения;
- Формирование перечня вероятных аварийных ситуаций в работе системы электроснабжения объекта капитального строительства.

Умения:

- Определять требования к объемам и составу исходных данных для разработки проектной документации системы электроснабжения в соответствии с особенностями проектируемого объекта;
- Оценивать принимаемые технические решения при разработке системы электроснабжения в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;
- Анализировать современные проектные решения разработки систем электроснабжения;
- Анализировать и прогнозировать вероятные аварийные ситуации в системе электроснабжения;
- Выбирать технические данные и определять варианты возможных решений концепции системы электроснабжения.

	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; - Правила технологического функционирования электроэнергетических систем; - Требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности к обеспечению необходимой надежности, безопасности эксплуатации системы электроснабжения объектов капитального строительства; - Параметры проектируемого объекта и особенности его расположения; - Требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности к функционированию системы электроснабжения объектов капитального строительства; - Требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности к составу исходных данных для разработки проектной документации системы электроснабжения; - Варианты вероятных аварийных ситуаций в системе электроснабжения; - Требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности к вариантам технических решений при разработке системы электроснабжения объекта капитального строительства.
--	--

2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

В результате освоения дополнительной образовательной программы «*Системы электроснабжения*» слушатель должен быть готов к области профессиональной деятельности, объектам и задачам.

Область/сферы профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки включает:

- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: производства волоконно-оптических кабелей; проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем, электроэнергетических комплексов, систем электроснабжения, автоматизации и механизации производства).

- 20 Электроэнергетика (в сфере электроэнергетики и электротехники).

- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики).

- Электроэнергетика и электротехника.

Объектами профессиональной деятельности являются:

- для электроэнергетики: системы электроснабжения городов, промышленных предприятий; для электротехники: электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы; электрические и электронные аппараты, автоматические устройства и системы управления потоками энергии; электрическое хозяйство и сети предприятий, организаций и учреждений; электрооборудование низкого и высокого напряжения.

Выпускник программы должен уметь решать профессиональные **задачи** по видам профдеятельности:

Проектный:

- Проектирование систем электроснабжения.

Эксплуатационный:

- Разработка инструкций, стандартов и регламентов по эксплуатации электротехнического оборудования.

Организационно-управленческий:

- Ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций систем электроснабжения.

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать способностями к выполнению **нового вида деятельности** соответствующего присваиваемой **квалификации специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства.**

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

3.1. Трудоемкость программы

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

- **11,2** зачетных единиц;

404 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	м	Контактная работа, ак. ч	○	○	Форма аттестации
---	--------------	---	--------------------------	---	---	------------------

	дисциплин (модулей)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
		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	Основы электротехники	2 7	10		8		2	17			Экзамен	
1.1.	Основы электротехники	2 7	10		8		2	17				
2	Производство электроэнергии	4 7	10		8		2	37			Экзамен	
2.1.	Производство электроэнергии	4 7	10		8		2	37				
3	Передача и распределение электроэнергии	1 8	10		8		2	8			Зачет с оценкой	
3.1.	Передача и распределение электроэнергии	1 8	10		8		2	8				
4	Электроэнергетические системы и сети	2 6	6		4		2	20			Экзамен	
4.1.	Электроэнергетические системы и сети	2 6	6		4		2	20				
5	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	7 2	18		16		2	54			Экзамен	
5.1.	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	7 2	18		16		2	54				
6	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	3 8	8		6		2	30			Экзамен	
6.1.	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	3 8	8		6		2	30				
7	Техника и электрофизика высоких	2 2	8		6		2	14			Зачет с оценкой	

	напряжений										
7.1.	Техника и электрофизика высоких напряжений	2 2	8		6		2	14			
8	Управление режимами работы сетей, качество и потери электроэнергии	3 0	10		8		2	20		Зачет с оценкой	
8.1.	Управление режимами работы сетей, качество и потери электроэнергии	3 0	10		8		2	20			
9	Тарифообразование и рынок электроэнергии (мощности)	1 8	6		4		2	12		Зачет с оценкой	
9.1.	Тарифообразование и рынок электроэнергии (мощности)	1 8	6		4		2	12			
10	Надежность систем электроснабжения	2 4	6		4		2	18		Зачет с оценкой	
10.1	Надежность систем электроснабжения	2 4	6		4		2	18			
11	Источники и системы теплоснабжения	4 0	30	30				10		Зачет с оценкой	
11.1	Источники и системы теплоснабжения	4 0	30	30				10			
12	Нагнетатели и тепловые двигатели	4 0	30	30				10		Зачет с оценкой	
12.1	Нагнетатели и тепловые двигатели	4 0	30	30				10			
13	Итоговая аттестация	2	2				2				Итоговый аттестационный экзамен
	ИТОГО:	4 0 4	15 4	60	72	0	22	25 0	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)
---	----------------------------------	--------------------------------

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.	Основы электротехники	
1.1.	Основы электротехники	Теоретические основы электротехники: - Введение в электротехнику - Постоянный ток - Переменный ток - Трёхфазный ток - Цифровые технологии в электротехнике Электромеханика: - Синхронные машины - Асинхронный машины - Трансформаторы - Цифровые технологии в электромеханике
2.	Управление режимами работы сетей, качество и потери электроэнергии	
2.1.	Управление режимами работы сетей, качество и потери электроэнергии	Потери и энергосбережение Управление качеством электроэнергии АСДУ и управление режимами работы сетей Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии
3.	Техника и электрофизика высоких напряжений	
3.1.	Техника и электрофизика высоких напряжений	Режимы заземления нейтрали. Основные понятия, требования, ограничения. Сопоставительная характеристика сетей с различным заземлением нейтрали. Современное электрооборудование (дугогасящие реакторы, высокоомные резисторы) Практика заземления нейтрали в России и за рубежом. Изоляция электрооборудования Общие характеристики внешней и внутренней изоляции Электроизоляционные материалы и конструкции в современном электрооборудовании: - изоляция силовых трансформаторов и реакторов (маслобарьерная, элегазовая, сухая); - изоляция кабелей и кабельных муфт ((бумажно-масляная, полимерная); - изоляционная арматура воздушных линий (стеклянная, фарфоровая, полимерная) Молниезащита Характеристики молнии и грозовой деятельности Грозовые перенапряжения Основные принципы молниезащиты объектов Современные методы молниезащиты Перенапряжения и защита от перенапряжений. Основные определения и требования. Коммутационные перенапряжения Квazистационарные перенапряжения: - при перемежающихся дуговых замыканиях - при феррорезонансе - при емкостном эффекте Защитные меры и современное оборудование для ограничения перенапряжений. Координация изоляции и испытательные напряжения. Испытания, диагностика и мониторинг электрооборудования Основные положения Испытательное оборудование и виды испытаний Диагностика электрооборудования и обеспечение надёжности его работы (основные положения и

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>требования) Мониторинг (основные положения) Основы электромагнитной совместимости при заземлении нейтрали, молниезащите, перенапряжениях.</p>
4.	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	
4.1.	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	<p>Назначение и виды автоматики энергосистем. Назначение релейной защиты, требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы элементов энергосистемы, на которые должны реагировать устройства релейной защиты. Виды коротких замыканий. Векторные диаграммы токов и напряжений при трехфазных, двухфазных, однофазных и двухфазных коротких замыканиях на землю в сети с заземленной нейтралью. Векторная диаграмма однофазного замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью. Какие изменения параметров режима при возникновении коротких замыканий могут быть использованы для построения релейной защиты. Векторные диаграммы токов при коротком замыкании за трансформатором со схемой соединения обмоток треугольник/звезда-11. Максимальная токовая защита. Определение параметров срабатывания и оценка чувствительности защиты. Варианты схем измерительного органа защиты. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению. Токовая отсечка. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Защита от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью. Токовая направленная защита линий электропередачи с двухсторонним питанием. 90°-ая схема включения реле направления мощности. Токовая направленная защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Токовая защита нулевой последовательности. Токовая защита обратной последовательности. Заочная защита линий электропередачи. Принцип действия, параметры срабатывания. Продольная дифференциальная токовая защита, принцип действия, параметры срабатывания. Продольная дифференциальная токовая защита линии. Дифференциально-фазная защита линии. Поперечная дифференциальная токовая защита, принцип действия, срабатывания. Поперечная дифференциальная токовая направлена защита параллельных линий. Автоматическое повторное включение (АПВ).</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		Назначение АПВ, требования, предъявляемые к АПВ. Возможности ускорения действия защиты при наличии АПВ. Повреждения и ненормальные режимы работы трансформатора. Требования, предъявляемые к релейной защите трансформатора. Основные и резервные защиты трансформатора. Современная цифровизация объектов электроэнергетики. Цифровые подстанции
5.	Тарифообразование и рынок электроэнергии (мощности)	
5.1.	Тарифообразование и рынок электроэнергии (мощности)	Структура отрасли. Субъектный состав отрасли и рынка электроэнергии. Либерализация рынка электроэнергии. Механизмы торговли. Модель организации оптового и розничного рынков. Перспектива развития. Техно-экономические показатели производства и передачи электроэнергии. Тарифообразование и рынок электроэнергии. Система тарифов и цен на электрическую энергию. Структура тарифов на электрическую энергию. Регулируемые и нерегулируемые цены на энергию. Антимонопольное регулирование. Регулируемое ценообразование: Полномочия органов власти в области государственного регулирования тарифов. Методы государственного регулирования тарифов на электрическую энергию. Методология расчета тарифов и цен на электроэнергию и мощность: генерация (в части регулируемых цен), передача электроэнергии. Тарифная политика государства. Рыночное ценообразование: Основные принципы ценообразования на рынке электроэнергии и мощности. Ценовые параметры рынка мощности. Окупаемость капитальных вложений в условиях рынка. Ценообразование на тепловую энергию, производимую в режиме комбинированной выработки. Полномочия органов власти в области государственного регулирования тарифов. Методы государственного регулирования тарифов на тепловую энергию. Методология расчета тарифов на тепловую энергию. Перекрестное субсидирование. Процедура установления тарифов.
6.	Электроэнергетические системы и сети	
6.1.	Электроэнергетические системы и сети	Технико-экономические основы проектирования электрических сетей. Основные задачи проектирования электрических сетей. Капитальные вложения на сооружение воздушных и кабельных линий. Капитальные вложения на сооружение понижающих

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>подстанций. Издержки на амортизацию и обслуживание сети. Затраты на компенсацию потерь электроэнергии в сети. Понятия нормированного срока окупаемости, коэффициента эффективности и дисконтированных затрат. Минимум затрат в качестве критерия экономической эффективности. Классификация потребителей по степени надежности электроснабжения. Определение вероятного ущерба от перерыва электроснабжения. Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Составляющие балансов активной и реактивной мощности в электроэнергетических системах и районных сетях. Выявление необходимости установки дополнительных источников реактивной мощности. Источники реактивной мощности в электрических системах, их технические и экономические характеристики. Выбор мощности и типа компенсирующих устройств по условиям баланса реактивной мощности в электрической сети. Принципы экономического размещения компенсирующих устройств на подстанциях сети. Выбор основных параметров электрических сетей при проектировании. Основные типы конфигураций схем электрических сетей и их качественные характеристики. Выбор номинального напряжения участков сети. Выбор установленной мощности трансформаторов понижающих подстанций: экономическое количество и номинальные мощности трансформаторов, технические ограничения, допустимые перегрузки в различных режимах. Выбор схем распределительных устройств понижающих подстанций. Выбор проводов воздушных линий и сечений токоведущих жил кабелей: экономические параметры, технические ограничения, допустимые перегрузки в рабочих режимах. Алгоритм выбора оптимального варианта схемы сети.</p>
7.	Передача и распределение электроэнергии	
7.1.	Передача и распределение электроэнергии	<p>Схема электроэнергетической системы. Назначение, принцип работы, основные характеристики: - воздушные линии электропередачи; - кабельные линии электропередачи. Передача и распределение электроэнергии. Переходные электромеханические процессы.</p>
8.	Производство электроэнергии	
8.1.	Производство	Тепловая часть электрических станций. Основы

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	электроэнергии	<p>теплоэнергетики Знакомство с основными типами электростанций. Технологические схемы производства электроэнергии на КЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГАЭС, АЭС, ПГУ и ГТУ ЭС. Графики нагрузки. Общее представление о тепловой электростанции. Технологический процесс, виды топлив, химический состав и подготовка топлива. Знакомство с основным оборудованием ТЭС. Перспективы строительства ТЭС. Функционирование ТЭЦ в теплофикации. Понятие о теплофикации. Представление о тепловых сетях крупных городов. Раздельная и комбинированная выработка электроэнергии и тепла. Устройство ТЭЦ и технологический процесс получения горячей сетевой воды. Котельные, их укрупненные технологические схемы и оборудование. Энергоблоки нового поколения. Парогазовые и газотурбинные установки электростанций, их устройство, области применения, преимущества и недостатки. Электрическая часть электростанций и подстанций Генераторы, синхронные компенсаторы и электродвигатели Синхронизация и параллельная работа генераторов и компенсаторов с сетью. Силовые трансформаторы, автотрансформаторы, реакторы. Назначение, конструкция, принципы работы. Коммутационное оборудование: силовые выключатели, разъединители, выключатели нагрузки, плавкие предохранители, коммутационные аппараты до 1 кВ. Измерительные трансформаторы тока и напряжения Системы измерения на электростанциях. Схемы распределительных устройств станций и подстанций. Электрические схемы электростанций и подстанций. Основные понятия об элегазовых распределительных устройствах (КРУЭ). Системы собственных нужд электростанций и подстанций. Схемы электроснабжения собственных нужд. Электродинамическая и термическая стойкость электрооборудования. Ограничения токов коротких замыканий. Возобновляемые источники энергии Солнечная энергетика. Ветровая энергетика. Малая гидроэнергетика, приливные электростанции Геотермальная энергетика. Биотопливо, как источник получения тепловой и электрической энергии Современные цифровые системы управления электростанциями</p>
9.	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
9.1.	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	<p>Общая характеристика систем электроснабжения городов и промышленных предприятий, их общность и различия, социально-экономический и экологический аспекты. Расчетные электрические нагрузки элементов систем электроснабжения. Понятие расчетной нагрузки. Методика формирования величины расчетной нагрузки. Вероятностно-статистический метод как основа практических методик определения расчетной нагрузки элементов систем электроснабжения на различных ее уровнях. Общее и различия в практических методах определения расчетной нагрузки элементов систем электроснабжения городов и промышленных предприятий. Компенсация реактивной мощности. Проблема компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения. Экономические и технические характеристики различных видов компенсирующих устройств. Типы компенсации реактивной мощности. Нагрузочная способность и выбор параметров основного электрооборудования. Экономические и технические критерии выбора параметров основного электрооборудования электрических сетей среднего и низшего напряжений. Учет категории надежности электроснабжения электроприемников и величин допускаемых систематических и послеаварийных перегрузок при выборе количества и мощности трансформаторов городских и цеховых подстанций. Влияние мощности устанавливаемых компенсирующих устройств на выбор мощности цеховых трансформаторных подстанций и параметров электрооборудования. Режим нейтрали в распределительных сетях. Типы схем, применяемые в системах электроснабжения городов и промышленных предприятий. Режимы работы и технико-экономические характеристики, характеристики параметров режимов. Режимы нейтрали электроустановок в сетях среднего и низшего напряжений. Влияние режима нейтрали на характеристики качества электрической схемы. Комплексная характеристика электрических схем систем электроснабжения. Классификация схем по типам, характеристика и область применения схем каждого типа. Влияние категории надежности электроснабжения электроприемников и допустимых систематических и послеаварийных перегрузок оборудования на выбор</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>схемы. Анализ параметров режимов и технико-экономических характеристик различных схем. Конструктивное выполнение цеховых электрических сетей. Общее и различия в схемах городских и промышленных электрических сетей. Источники питания в системах электроснабжения. Глубокие вводы высших напряжений в городах и на промышленных предприятиях. Основные схемы глубоких вводов. Требования к конструктивному выполнению.</p>
10.	Источники и системы теплоснабжения	
10. 1.	Источники и системы теплоснабжения	<p>1. Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения 2. Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок 3. Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. 4. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения. 5. Гидравлические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования 6. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции 7. Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования. 8. Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ.</p>
11.	Нагнетатели и тепловые двигатели	
11. 1.	Нагнетатели и тепловые двигатели	<p>1. Классификация нагнетательных и расширительных машин. Циклы тепловых двигателей и установок. Когенерационные установки на базе известных типов нагнетателей и тепловых двигателей. 2. Принципиальные основы течения рабочего тела в турбине и турбонагнетателе. Основные уравнения термодинамики и газодинамики. 3. Паровые и газовые турбины и их особенности. Потери энергии в проточной</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>части турбин. 4. Компрессоры объемного и кинетического типов. Преимущества и недостатки отдельных типов машин. 5. Работа турбокомпрессора на сеть. Явление помпажа. 6. Регулирование турбокомпрессоров. Способы регулирования. Группы сетевых потребителей. 7. □ Центробежные насосы. Формы рабочих колес. Коэффициент быстроходности. КПД и мощность центробежных насосов. 8. □ Характеристики центробежных насосов. Способы регулирования насосов. Допустимая высота всасывания. Явление кавитации. 9. □ Центробежные вентиляторы. Основные типы вентиляторов, применяемых в теплоэнергетике – дутьевые и дымососы. 10. □ Осевые вентиляторы. Схемы вентиляторов и их анализ. 11. □ Регулирование вентиляторов. Виды регулирующих устройств и их сравнение.</p>
12.	Надежность систем электроснабжения	
12.1.	Надежность систем электроснабжения	<p>Общие сведения о теории надежности технических систем: электроэнергетических (ЭЭС) и систем электроснабжения (СЭС). Надежность в технике и энергетике. Задачи надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем. Влияние принципов построения и особенностей управления при эксплуатации СЭС на уровень надёжности электроснабжения. Требования нормативных документов. Категории электропотребителей по надёжности электроснабжения. Причины и физические основы возникновения и развития аварий в СЭС. Классификация аварий. Классификация отказов. Физическая природа отказов электрооборудования. Математический аппарат, используемый в теории надежности технических (электроэнергетических) систем. Теория вероятностей (основные понятия, основные теоремы, случайные величины и законы их распределения). Основные понятия и определения теории надежности. Единичные и комплексные показатели. Характеристики надежности. Законы распределения случайных величин в задачах надежности электроснабжения (биномиальное распределение, распределение Пуассона, показательное распределение, закон равномерного распределения вероятностей, нормальный закон распределения, гамма-распределение, распределение Вейбулла). Методы расчета показателей</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>надёжности систем электроснабжения. Метод расчета показателей надёжности с использованием моделей случайных процессов. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Система, состоящая из последовательных восстанавливаемых элементов. Система, состоящая из параллельно соединенных восстанавливаемых элементов. Расчет показателей надёжности с учетом ремонтных состояний и преднамеренных отключений элементов. Методы расчета показателей надёжности схем электроснабжения по средним значениям вероятностей состояния элементов. Средние вероятности состояния элемента. Вероятности отказового и безотказового состояния схем с последовательным соединением элементов. Вероятности отказового и безотказового состояния схем с параллельным соединением элементов. Метод анализа вероятностей состояний системы. Метод с использованием формулы полной вероятности. Методы структурного анализа сложных схем и использование их для оценки надёжности. Методы формализации при составлении расчетных схем по надёжности с учётом функционирования систем сетевой и системной автоматики, релейной защиты, оперативных переключений.</p>

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
Дискуссия	Дискуссия по проблематикам содержания программы.

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 аттестационного экзамена*. 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. Автоматика электроэнергетических систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация производства и распределения электроэнергии" / Ред. В. Л. Козис, Н. И. Овчаренко . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 480 с.;

2. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов по всем специальностям направления 650900 "Электроэнергетика" / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов . – 3-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 288 с. - ISBN 978-5-383-00401-2 .

[http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5284;](http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5284)

3. Библия электрика: Правила устройства электроустановок. Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей : сборник нормативных документов . – М. : КноРус, 2013 . – 736 с. - ISBN 978-5-406-01575-9 .;

4. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети : учебник для электроэнергетических специальностей / В. И. Идельчик . – 2-е изд., стер., перепеч. с изд. 1989 г. – М. : Альянс, 2009 . – 592 с. - ISBN 978-5-903034-76-5 .;

5. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроэнергетические системы и сети", "Электроснабжение", "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, и др. – М. : АКАДЕМИЯ, 2005 . – 416 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-1998-3 .;

6. Рогалев, Н. Д. Современная электроэнергетика России и рынок электроэнергии : учебное пособие / Н. Д. Рогалев, Б. К. Максимов, В. В. Молодюк, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 201 с. - Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2017 года . - ISBN 978-5-7046-1945-1 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10736>;

7. Старшинов, В. А. Электрическая часть гидроэлектростанций : Учебное пособие по курсу "Электрическая часть электроустановок" по направлению "Электроэнергетика" / В. А. Старшинов, А. И. Пойдо, М. В. Пираторов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 160 с. - ISBN 5-7046-0980-5 .;

8. Федосеев, А. М. Релейная защита электроэнергетических систем : Учебник для вузов по специальности "Автоматическое управление электроэнергетическими системами" / А. М. Федосеев, М. А. Федосеев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1992 . – 526 с. - ISBN 5-283-01171-2 : 33.75 .;

9. Электрические системы: В 7 т. Т.4. Электрические расчеты, программирование и оптимизация режимов : Учебник для электроэнергетических специальностей вузов / В. И. Горюшкин, и др. ; Ред. В. А. Веников . – М. : Высшая школа, 1973 . – 320 с.;

10. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях : Учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" и специальностям "Электроэнергетические системы и сети" и "Электроснабжение(по отраслям)" / В. В. Ежков, и др. ; Ред. В. А. Строев . – М. : Высшая школа, 1999 . – 352 с. - ISBN 5-06-003329-5 : 32.20 .;

11. Электрические системы. Электрические сети : Учебник для вузов по направлению " Энергетика и энергомашиностроение" / В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков, и др. ; Ред. В. А. Строев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1998 . – 511 с. - ISBN 5-06-001031-7 : 30.80 .;

12. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / И. М. Бортник, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; общ. ред. И. П. Верещагин . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 732 с. - Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2017 года . - ISBN 978-5-7046-1938-3 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10742>.

б) литература ЭБС и БД:

1. Герасимова В.Г.- "Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html>;

2. Овчаренко Н.И.- "Автоматика энергосистем", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html>.

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
1	Программа утверждена	21.09.2022
2	Программа актуализирована и утверждена	22.09.2023

Руководитель
образовательной
программы

	
Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Ковалев Д.И.
Идентификатор	R09bc37b9-KovalevDmi-bf54cea2

Д.И.
Ковалев