



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  
*профессиональной переподготовки*

Наименование программы	Электроэнергетические системы и сети
Форма обучения	очно-заочная
Выдаваемый документ	диплом о профессиональной переподготовке
Новая квалификация	
Центр ДО	Кафедра "Техники и электрофизики высоких напряжений", Центр подготовки и переподготовки "Электроэнергетика"

Зам. директора ИДДО  
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

(подпись)

Н.В.  
Усманова  
(расшифровка подписи)

Начальник ОДПО  
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крохин А.Г.
	Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

(подпись)

А.Г. Крохин  
(расшифровка подписи)

Начальник ФДО  
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Малич Н.В.
	Идентификатор	R13696f6e-MalichNV-45fe3095

(подпись)

Н.В. Малич  
(расшифровка подписи)

Руководитель каф.  
ТЭВН, ЦПП  
Электроэнергетика  
(должность, ученая степень, ученое звание)

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


(подпись)

Д.И.  
Ковалев  
(расшифровка подписи)

Москва

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Д.И.  
Ковалев

(расшифровка  
подписи)

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель.** подготовка специалистов путем формирования новых профессиональных компетенций, необходимых для деятельности в сфере «Электроэнергетика и электротехника» профиля "Электроэнергетические системы и сети". Программа является преемственной к основной образовательной программе высшего образования направления подготовки 13.03.02 «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 20.032 «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей», утвержденным приказом Минтруда 31.08.2021 г. № 611н, зарегистрированным в Минюсте России 04.10.2021 г. № 65260, уровень квалификации 6.

- с Профессиональным стандартом 20.041 «Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях», утвержденным приказом Минтруда 14.05.2019 г. № 327н, зарегистрированным в Минюсте России 16.07.2019 г. № 55292, уровень квалификации 6.

- с Профессиональным стандартом 20.012 «Работник по организации эксплуатации электротехнического оборудования тепловой электростанции», утвержденным приказом Минтруда 06.07.2015 г. № 428н, зарегистрированным в Минюсте России 29.07.2015 г. № 38254, уровень квалификации 6.

**Форма реализации:** обучение в МЭИ.

**Форма обучения** очно-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 ее наличии. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

**Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы** лица, желающие освоить дополнительную образовательную программу, должны иметь или получать высшее или среднее профессиональное образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца, или академической справкой о прохождении обучения.

**Выдаваемый документ:** при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается 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 совокупность задач в рамках поставленной цели, обеспечивающих ее достижение в сфере электроэнергетики и электротехники с применением действующих правовых норм.
	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: - 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).

6.

Таблица 2

## Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
20.032 «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей»	
ПК-828/G/01.5/1 способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Проведение выборочных контрольных и внеочередных осмотров оборудования подстанций электрических сетей, оценка качества работ по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей.</li> </ul>
	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Самостоятельно поддерживать и повышать уровень профессиональной квалификации;</li> <li>- Анализировать и прогнозировать ситуацию состояния оборудования подстанций электрических сетей.</li> </ul>
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Нормы и требования, стандарты по испытаниям оборудования подстанций электрических сетей, пусконаладке;</li> <li>- Характерные признаки повреждений обслуживаемого оборудования подстанций электрических сетей;</li> <li>- Основы электротехники.</li> </ul>
20.012 «Работник по организации эксплуатации электротехнического оборудования тепловой электростанции»	
ПК-495/A/02.5/1 способен выполнять простые работы по планированию эксплуатации электротехнического оборудования	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Составление графика обходов и осмотров электротехнического оборудования, механизмов и устройств, находящихся в ведении подразделения, оперативным персоналом;</li> <li>- Подготовка перечня работ по текущей эксплуатации и плана их выполнения персоналом совместно с руководителем, отвечающим за эксплуатацию электротехнического оборудования.</li> </ul>
	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Составлять отчетные документы;</li> <li>- Определять состав и последовательность необходимых действий при выполнении работ;</li> <li>- Анализировать информацию, формировать представление о ситуации.</li> </ul>
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Требования охраны труда при эксплуатации электроустановок (для составления перечня работ в порядке текущей эксплуатации);</li> <li>- Правила эксплуатации электротехнического оборудования.</li> </ul>
20.041 «Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях»	

ПК-1278/С/01.5/1 способен осуществлять выполнение подготовительных мероприятий, предшествующих оперативным переключениям	Трудовые действия: - Проведение визуального осмотра на отсутствие дефектов обслуживаемой электроустановки; - Проверка отсутствия в электроустановках посторонних лиц, механизмов, посторонних предметов перед началом оперативных переключений; - Ознакомление с состоянием электрической сети, изменениями в схемах электрических соединений обслуживаемого объекта.
	Умения: - Читать графические схемы электрических соединений; - Работать с оперативной и технической документацией, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.
	Знания: - Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; - Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве.

## 2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

В результате освоения дополнительной образовательной программы «*Электроэнергетические системы и сети*» 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: проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем, электроэнергетических комплексов, систем электроснабжения, автоматизации и механизации производства).
- 24 Атомная промышленность (в сферах: проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики; технического обслуживания и ремонта электромеханического оборудования).
- 20 Электроэнергетика (в сфере электроэнергетики и электротехники).
- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики).
- Электроэнергетика и электротехника.
- Электроэнергетические системы и сети.

**Объектами** профессиональной деятельности являются:

- электрические станции и подстанции.
- электроэнергетические системы и сети.
- системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов.
- установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные

материалы, конструкции и средства их диагностики.

- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии.
- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование.
- электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы управления потоками энергии.
- электрическая изоляция электроэнергетических и электротехнических устройств, кабельные изделия и провода, электрические конденсаторы, материалы и системы электрической изоляции электрических машин, трансформаторов, кабелей, электрических конденсаторов.
- электрический привод и автоматика механизмов и технологических комплексов.
- электрическое хозяйство и сети предприятий, организаций и учреждений.
- электрооборудование низкого и высокого напряжения.
- потенциально опасные технологические процессы и производства электрической энергии.
- методы и средства защиты человека, промышленных объектов и среды обитания от антропогенного воздействия электрических и магнитных полей.

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

*Эксплуатационный:*

- Эксплуатация высоковольтного электрооборудования электрических сетей.

*Конструкторский:*

- Проектирование электрических сетей и электротехнического оборудования.

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать способностями к выполнению **нового вида деятельности** соответствующего присваиваемой **квалификации**.

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

#### **3.1. Трудоемкость программы**

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

- **18,1** зачетных единиц;

**650** 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	Теоретические основы электротехники	4 4	34	32			2	10			Экзамен	
1.1.	Теоретические основы электротехники	4 4	34	32			2	10		Решение задач		
2	Электромеханика	4 4	34	32			2	10			Экзамен	
2.1.	Электромеханика	4 4	34	32			2	10		Решение задач		
3	Основы электробезопасности	2 2	16	14			2	6			Зачет с оценкой	
3.1.	Основы электробезопасности	2 2	16	14			2	6				
4	Производство электроэнергии	2 6	24	22			2	2			Зачет с оценкой	
4.1.	Производство электроэнергии	2 6	24	22			2	2				
5	Передача и распределение электроэнергии	3 6	24	22			2	12			Экзамен	
5.1.	Передача и распределение электроэнергии	3 6	24	22			2	12		Решение задач		
6	Расчеты токов коротких замыканий	3 2	24	22			2	8			Экзамен	
6.1.	Расчеты токов коротких замыканий	3 2	24	22			2	8		Решение задач		
7	Переходные электромеханические процессы	3 0	20	18			2	10			Зачет с оценкой	
7.1.	Переходные электромеханические процессы	3 0	20	18			2	10				
8	Электрическая	4	24	22			2	18			Экзамен	

	часть станций и подстанций	2										
8.1.	Электрическая часть станций и подстанций	4 2	24	22			2	18		Решение задач		
9	Экономика в энергетике	2 6	20	18			2	6			Зачет с оценкой	
9.1.	Экономика в энергетике	2 6	20	18			2	6		Решение задач		
10	Электроэнергетические системы и сети	4 0	28	26			2	12			Экзамен	
10.1	Электроэнергетические системы и сети	4 0	28	26			2	12				
11	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	3 2	28	26			2	4			Экзамен	
11.1	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	3 2	28	26			2	4		Решение задач		
12	Воздушные и кабельные линии	2 2	16	14			2	6			Зачет с оценкой	
12.1	Воздушные и кабельные линии	2 2	16	14			2	6				
13	Изоляция и перенапряжения	2 8	20	18			2	8			Зачет с оценкой	
13.1	Изоляция и перенапряжения	2 8	20	18			2	8		Решение задач		
14	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	4 0	32	30			2	8			Экзамен	
14.1	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	4 0	32	30			2	8				
15	Автоматика электроэнергетических систем	2 4	24	22			2				Экзамен	
15.1	Автоматика электроэнергетических систем	2 4	24	22			2					
16	Управление качеством электроэнергии	2 8	20	18			2	8			Зачет с оценкой	
16.1	Управление качеством электроэнергии	2 8	20	18			2	8				

17	Диагностика высоковольтного оборудования	2 4	16	14			2	8			Зачет с оценкой	
17.1	Диагностика высоковольтного оборудования	2 4	16	14			2	8				
18	АСДУ и управление режимами работы сетей	2 4	16	14			2	8			Зачет с оценкой	
18.1	АСДУ и управление режимами работы сетей	2 4	16	14			2	8				
19	Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии	2 4	16	14			2	8			Зачет с оценкой	
19.1	Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии	2 4	16	14			2	8		Решение задач		
20	Потери и энергосбережение	2 2	16	14			2	6			Зачет с оценкой	
20.1	Потери и энергосбережение	2 2	16	14			2	6				
21	Итоговая аттестация	4 0	2				2	38				Итоговый аттестационный экзамен
	<b>ИТОГО:</b>	<b>6 5 0</b>	<b>45 4</b>	<b>41 2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>19 6</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.	Теоретические основы электротехники	
1.1.	Теоретические основы электротехники	Начальные сведения об электромагнитном поле. Общие положения электронной теории. Электромагнитное поле.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Электрические явления. Основные характеристики электрического поля. Магнитные явления. Основные характеристики магнитного поля. Электромагнитная индукция. Основные понятия теории электрических и магнитных цепей. Электрическое сопротивление. Линейные цепи постоянного тока. Элементы цепей постоянного тока. Методы расчета цепей постоянного тока. Эквивалентные преобразования в цепях постоянного тока. Обобщенный закон Ома. "Формула разброса". Теорема компенсации. Законы Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Принцип наложения и метод наложения. Уравнение баланса активных мощностей. Метод эквивалентного генератора. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Расчет однофазных цепей синусоидального тока. Основные элементы, понятия и уравнения цепей синусоидального тока. Комплексный метод расчета, векторные диаграммы. Комплексная мощность. Уравнение баланса мощностей. Резонанс в электрической цепи. Компенсация реактивной мощности. Расчет эффективности использования КУ. Расчет цепей с индуктивно-связанными элементами. Линейный трансформатор. Трехфазные цепи переменного тока. Расчет трехфазных цепей при соединении фаз нагрузки "звезда" для четырехпроводной системы. Расчет трехфазных цепей при соединении фаз нагрузки "звезда" для трехпроводной системы. Измерение мощности трехфазной цепи.</p>
2.	Электромеханика	
2.1.	Электромеханика	<p>Электрические машины. Трансформаторы. Режимы работы электрических машин (двигатель, тормоз, генератор); преобразование энергии в этих режимах. Конструкция и принцип действия трансформатора. Работа трансформатора при холостом ходе и под нагрузкой (коэффициент трансформации, основные уравнения). Основные уравнения и схемы замещения трансформатора. Номинальное напряжение короткого замыкания, его выбор. Опытное определение параметров схемы замещения по результатам опытов холостого хода и короткого замыкания. Изменение напряжения трансформатора при изменении его нагрузки. Способы и схемы регулирования напряжения трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Параллельная работа. Несимметричная нагрузка. Автотрансформатор. Работа трансформатора в несимметричных и переходных процессах. Асинхронные машины. Конструкция и принцип действия асинхронного двигателя (АД). Распределённые и сосредоточенные обмотки. Условия получения кругового вращающегося поля в трехфазных обмотках. Ряд синхронных скоростей. Приведение рабочего процесса асинхронной машины (АМ) к рабочему процессу трансформатора. Основные уравнения и схемы замещения приведенной АМ. Параметры схемы замещения АМ, их физический смысл. Электромагнитный момент и механические характеристики АД. Особые точки характеристики. Условия устойчивой работы АД. Требования к пусковым свойствам и способы пуска АД. Улучшение пусковых свойств АД. Способы регулирования скорости. Синхронные машины. Конструкция и принцип действия синхронной машины. Магнитное поле синхронного генератора (СГ) при нагрузке. Реакция якоря. Основные уравнения и векторные диаграммы синхронной машины (СМ). Параметры СГ в установившемся режиме. Основные характеристики автономного СГ. Параллельная работа СГ с сетью, способы и условия синхронизации. Уравнения электромагнитной мощности и момента. Угловые характеристики СМ, статическая устойчивость. U-образные характеристики</p>
3.	Основы электробезопасности	
3.1.	Основы электробезопасности	<p>Техника безопасности как комплекс мер и мероприятий, обеспечивающий безопасность работ в электроустановках. Опасность поражения электрическим током. Механизмы действия электрического тока на организм человека. Влияние постоянного, переменного и токов высокой частоты. Чувствительность организма человека к действию электрического тока. Пороги чувствительности, неотпускающий ток, смертельный порог тока. Правила техники безопасности потребителей электроэнергии. Электроустановки до 1000 вольт, электроустановки выше 1000 вольт. Группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки. Действующие электроустановки. Поражение человека электрическим током. Пути тока через тело человека. Одновременное прикосновение к</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>токоведущим частям. Электротравмы, травмы, связанные с поражением человека электрическим током. Факторы, влияющие на сопротивление тела человека. Напряжение прикосновения. Шаговое напряжение. Воздействие электрического поля на организм человека. Правила оказания первой помощи пострадавшему от электрического тока. Искусственное дыхание. Непрямой массаж сердца. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока. Принятие мер против падения. Привлечение к себе внимания. Категории помещений по опасности поражения электрическим током. Категории работ в электроустановках. Наряд. Распоряжение. Организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Лица, ответственные за безопасное проведение работ в электроустановках. Организация работ по наряду. Допуск бригады к работе. Проверка отсутствия напряжения. Порядок наложения переносных заземлений. Устройство заземлений. Электрозащитные средства. Основные электрозащитные средства. Дополнительные электрозащитные средства. Использование электрозащитных средств в электроустановках до и выше 1000 вольт. Плакаты и знаки. Электроинструмент. Двойная изоляция электроинструмента. Правила безопасной работы. Источники питания электроинструмента. Испытание изоляции, требования к изоляции. Заземление и зануление, трехполосные вилки. Типы предохранителей. Правила замены предохранителей. Лестницы, устройство, работа, испытания. Работа на высоте, мостки, подмости, леса. Безопасные расстояния для различных классов напряжения.</p>
4.	Производство электроэнергии	
4.1.	Производство электроэнергии	<p>Структурные технологические схемы, принципы работ и особенности КЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГАЭС, АЭС, ГТЭС. Графики нагрузки энергосистем и их реализация различными типами электростанций. Электрооборудование электростанций и подстанций: - выключатели баковые и маломасляные; - элегазовые, вакуумные, электромагнитные. Выключатели нагрузки; - разъединители, отделители и короткозамыкатели. Синхронные генераторы. Типы, параметры. Системы охлаждения. Системы возбуждения. Силовые</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>трансформаторы. Типы, параметры. Системы охлаждения. Автотрансформаторы. Режимы работы АТ. Тепловой режим трансформаторов. Требования к схемам РУ. Схемы РУ радиального типа: схемы с одной и с двумя системами сборных шин. Схемы кольцевого типа. Упрощенные схемы.</p>
5.	Передача и распределение электроэнергии	
5.1.	Передача и распределение электроэнергии	<p>Общая характеристика электрических сетей. Классификация электрических сетей. Математическая модель линии электропередачи. П-образная схема замещения воздушной линии, ее параметры: активное и реактивное сопротивления, активная и емкостная проводимости, особенности схем замещения линий разного номинального напряжения. Параметры схемы замещения кабельной линии. Режимные характеристики линии. Векторные диаграммы токов и напряжений. Падение напряжения. Продольная и поперечная составляющие вектора падения напряжения. Потеря напряжения. Определение параметров установившегося режима линии: по данным конца линии; по данным начала линии. Параметры и схемы замещения трансформаторного оборудования понижающих подстанций. Двухобмоточные трансформаторы. Схема замещения, определение ее параметров по каталожным данным трансформатора. Определение потерь мощности в трансформаторе. Трехобмоточные трансформаторы. Схема замещения, определение ее параметров. Подстанции с автотрансформаторами. Конструктивные особенности, мощности обмоток, типовая мощность автотрансформатора. Характеристики графиков нагрузки. Виды графиков нагрузки и их характеристики. Наибольшая и наименьшая нагрузки. Годовой график нагрузки по продолжительности. Число часов использования наибольшей нагрузки Тнб. Представление нагрузок в расчетных схемах электрических сетей: статическими характеристиками, постоянной нагрузкой, неизменными активным и реактивным сопротивлениями. Расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей. Задачи расчета установившихся режимов. Расчетные схемы электрических сетей, расчетная мощность подстанции. Расчет режима разомкнутой сети методом "в два этапа". Расчет режима кольцевой сети, точка потокоораздела.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Особенности расчета однородной электрической сети. Определение потерь электроэнергии. Условно-переменные и условно-постоянные потери мощности и электроэнергии в элементах электрической сети. Время максимальных потерь. Определение затрат на возмещение потерь. Основы регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности в электрических сетях. Общая характеристика режима напряжений и способов его регулирования. Наибольшие рабочие напряжения электрооборудования. Требования к качеству напряжения. Регулирующие устройства и их влияние на режим напряжений: генераторы электростанций, компенсирующие устройства (синхронные компенсаторы, конденсаторные батареи, статические тиристорные компенсаторы, установки продольной компенсации, реакторы), трансформаторы с регулируемым коэффициентом трансформации. Оценка достаточности регулировочного диапазона понижающего трансформатора.</p>
6.	Расчеты токов коротких замыканий	
6.1.	Расчеты токов коротких замыканий	<p>Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Короткие замыкания и их классификация. Допущения, принимаемые при расчете короткого замыкания (КЗ). Переходный процесс при трехфазном КЗ в цепи без трансформаторов. Понятие ударного тока, ударного коэффициента. Методы определения <math>I_a</math>. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов (АТР), трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения, сдвоенных реакторов и их параметры. Преобразования схем замещения. Практические методы расчета периодической составляющей тока КЗ. Расчет действующего значения периодической составляющей тока КЗ при удаленных КЗ. Метод типовых кривых. Несимметричные короткие замыкания, основные понятия. Схема замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Схемы замещения и параметры нулевой последовательности трансформатора (АТР). Примеры на составление схем замещения нулевой последовательности. Несимметричные КЗ. Двухфазное КЗ. Граничные условия, основные соотношения для симметричных составляющих тока и напряжения, векторные диаграммы тока и напряжения в месте КЗ,</p>



№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>комплексная схема замещения. Однофазное КЗ. Граничные условия, основные соотношения для симметричных составляющих тока и напряжения, векторные диаграммы тока и напряжения в месте КЗ, комплексная схема замещения. Двухфазное КЗ на землю. Граничные условия, основные соотношения для симметричных составляющих тока и напряжения, векторные диаграммы тока и напряжения в месте КЗ, комплексная схема замещения.</p>
7.	Переходные электромеханические процессы	
7.1.	Переходные электромеханические процессы	<p>Общие понятия об ЭЭС и ее режимах. Определение параметров схем замещения ЭЭС для расчетов. Определение токов и мощностей. Условия существования режимов ЭЭС и устойчивость. Понятие динамической устойчивости. Устойчивость двухмашинной ЭЭС. Допущения и упрощения при расчете устойчивости. Метод последовательных интервалов. Статическая устойчивость ЭЭС. Лавина напряжения, устойчивость узла комплексной нагрузки. Устойчивость синхронных и асинхронных двигателей в системах электроснабжения. Результирующая устойчивость. Мероприятия по улучшению устойчивости ЭЭС (дополнительные). Мероприятия по улучшению устойчивости ЭЭС (режимные).</p>
8.	Электрическая часть станций и подстанций	
8.1.	Электрическая часть станций и подстанций	<p>Схемы электрических соединений ТЭЦ, КЭС, ГЭС и ГАЭС, АЭС, подстанций. Общая характеристика собственных нужд электростанций и подстанций (назначение, источники, структура потребителей). Схемы электроснабжения собственных нужд КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС и подстанций. Продолжительный режим работы электроустановок. Выбор сечений проводников. Термическое действие токов КЗ. Электродинамическое действие токов КЗ на электрические проводники и аппараты. Расчетные условия выбора проводников и аппаратов. Выбор проводников и электрических аппаратов: выключателей, разъединителей, выключателей нагрузки, отделителей, короткозамыкателей, предохранителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения. Ограничение токов КЗ. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.</p>
9.	Экономика в энергетике	
9.1.	Экономика в энергетике	Современные тенденции развития топливно-

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>энергетического комплекса Капитальные вложения в энергетические объекты. Основные и оборотные фонды энергетических предприятий. Методы расчета себестоимости на энергетическую продукцию. Организация труда и заработной платы на энергопредприятиях. Основные положения методики технико-экономических расчетов в энергетике. Финансовый план энергопредприятия.</p>
10.	Электроэнергетические системы и сети	
10.1.	Электроэнергетические системы и сети	<p>Технико-экономические основы проектирования электрических сетей. Основные задачи проектирования электрических сетей. Капитальные вложения на сооружение воздушных и кабельных линий. Капитальные вложения на сооружение понижающих 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</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		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.
11.	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	
11. 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</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>направлена защита параллельных линий.  Автоматическое повторное включение (АПВ).  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.</p>
12.	Воздушные и кабельные линии	
12.1.	Воздушные и кабельные линии	<p>Основные понятия и определения. Классификация ЛЭП переменного тока. Развитие техники передачи ЭЭ в XX веке. Конструктивные элементы ВЛ, их назначение. Условия работы ВЛ (гололедные и ветровые нагрузки). Типы проводов и грозозащитных тросов. Расщепление фаз и их транспозиция. Конструкции опор и их классификация. Типы изоляционных конструкций. Линейная арматура. Геометрические характеристики ВЛ. Причины и тенденция развития кабельной техники. Элементы кабельных линий, их назначение. Тепловая схема замещения кабеля. Токи и мощности, допустимые по условиям нагрева изоляции кабеля в стационарном режиме. Пути увеличения пропускной способности КЛ. Классификация и основные типы силовых кабелей. Основные виды арматуры КЛ.</p>
13.	Изоляция и перенапряжения	
13.1.	Изоляция и перенапряжения	<p>Электрофизические процессы в газах. Классификация электрических полей. Ионизационные процессы в газах. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Закон Пашена. Зависимость разрядного напряжения от давления газа и других факторов. Эффект полярности. Барьерный эффект Коронный разряд на постоянном и переменном напряжениях. Потери энергии на корону при переменном напряжении. Радиопомехи, создаваемые коронным разрядом на проводах. Разряд в воздухе вдоль поверхности твердого диэлектрика. Влияние конструктивных особенностей на напряжение перекрытия Основные виды и свойства внешней изоляции. Атмосферный воздух как диэлектрик. Назначение и типы изоляторов. Эксплуатационный контроль. Общая характеристика и типы внутренней изоляции. Комбинирование диэлектриков. Старение внутренней и внешней изоляции. Координация изоляции Профилактика изоляции. Задачи и цели профилактики.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Методы испытания изоляции. Высоковольтные испытательные установки высокого напряжения. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Импульсные испытательные установки. Измерение высоких напряжений (измерение шаровым разрядником, измерение электростатическим киловольтметром, измерение напряжения с использованием делителей) Классификация перенапряжений. Грозовые перенапряжения. Молния как источник грозовых перенапряжений. Основные параметры молнии. Интенсивность грозовой деятельности. Внутренние перенапряжения. Общая характеристика. Волновые процессы в обмотках трансформатора. Начальное распределение напряжение вдоль обмотки трансформаторов, установившийся режим, переходный процесс. Распределение напряжения вдоль обмоток трехфазного трансформатора Классификация мер защиты от перенапряжений. Устройства защиты от перенапряжений. Защита подстанций от прямых ударов молнии. Зона защиты молниеотводов. Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов.</p>
14.	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	
14. 1.	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	<p><b>ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ</b> Режимы электропотребления Динамика электропотребления в Российской Федерации, Электрические нагрузки и электропотребление селитебных территорий городов, Графики электрических нагрузок и их характеристики, Факторы, влияющие на режимы электропотребления Управление электропотреблением Цели управления электропотреблением, Аварийные ограничения электропотребления, Мероприятия по регулированию режимов электропотребления, Стимулирование потребителей к управлению электропотреблением.</p> <p><b>ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ</b> Расчетные нагрузки элементов систем электроснабжения, Понятие расчетной нагрузки. Математическое описание электрических нагрузок, Показатели, характеризующие режимы работы электроприемников и их групп, Практические методы определения расчетных нагрузок, Определение расчетных нагрузок селитебных территорий городов Общие положения, Расчетная нагрузка на шинах</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>вводных распределительных устройств зданий, Расчетная нагрузка распределительных линий 380 В и трансформаторных подстанций 6—20/0,4 кВ, Расчетная нагрузка элементов сетей 6—20 кВ и центров питания, Укрупненная оценка расчетной нагрузки селитебных территорий, Примеры определения расчетных электрических нагрузок. РЕЖИМЫ НЕЙТРАЛИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ Режимы нейтрали в сетях среднего напряжения (6—35 кВ) Изолированная нейтралью, Нормирование емкостного тока замыкания на землю, Компенсированная нейтраль, Дугогасящие реакторы, Резистивное заземление нейтрали, Особенности выбора режима нейтрали в сетях с кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена. Режимы нейтрали в сетях низкого напряжения (до 1000 В) Глухозаземленная нейтраль, Изолированная нейтраль. СХЕМЫ ГОРОДСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ Принципы построения схем городских сетей Требования, предъявляемые к схемам городских сетей, Надежность электроснабжения, Коммутационные и защищающие электрические аппараты. Схемы распределительных электрических сетей Радиально-магистральная нерезервированная схема сети, Петлевая неавтоматизированная схема сети, Петлевая автоматизированная схема сети, Сложнозамкнутая схема сети низкого напряжения, Многолучевые автоматизированные схемы сети, Реализация устройства автоматического включения резерва в двухтрансформаторной подстанции, Схемы вводных распределительных устройств зданий, Рекомендации по выбору схем распределительной сети, Питающие сети 6—20 кВ Необходимость сооружения распределительных пунктов 6—20 кВ, Схемы питающих сетей 6—10 кВ, Особенности построения питающих сетей 20 кВ.</p>
15.	Управление качеством электроэнергии	
15.1.	Управление качеством электроэнергии	<p>Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии. Показатели качества электроэнергии. Нормативно-правовая база. Средства измерения показателей качества электроэнергии. Организационные задачи управления качеством электроэнергии. Контроль и анализ качества электроэнергии. Способы и</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		технические средства обеспечения качества электроэнергии
16.	Автоматика электроэнергетических систем	
16.1.	Автоматика электроэнергетических систем	<p>Особенности энергетического производства, обуславливающие широкое внедрение средств автоматизации. Виды автоматизации энергосистем и их взаимосвязь. Технологическая автоматизация, автоматизация управления нормальными режимами, противоаварийное автоматическое управление электроэнергетическими системами (ЭСС - противоаварийная автоматизация). Автоматизация управления пуском и остановом турбо- и гидрогенераторов. Особенности автоматического управления турбогенераторами атомных станций. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу. Способы и условия включения. Автоматические синхронизаторы (микроэлектронные и микропроцессорные). Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности (АРН и РМ) в ЭЭС. Технические средства. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) синхронных машин. Системы возбуждения синхронных генераторов, синхронных компенсаторов и двигателей. Автоматические регуляторы возбуждения пропорционального действия. Автоматические регуляторы возбуждения сильного действия (АРВ СД). Микропроцессорные АРВ СД. Особенности автоматического регулирования коэффициентов трансформации (АРКТ) трансформаторов с устройствами РПН. Автоматическое управление реактивной мощностью статических ее источников – компенсаторов (СТК). Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в ЭЭС. Первичное регулирование - автоматическое регулирование частоты вращения турбо- и гидрогенераторов. Автоматические регуляторы частоты вращения (АРЧВ). Виды (гидродинамические и электрогидравлические АРЧВ). Вторичное регулирование - автоматическое регулирование частоты и активной мощности (АРЧМ) в ЭЭС. Частоторегулирующие электростанции и электростанции, работающие по диспетчерскому графику нагрузки. Оптимальное распределение нагрузок между объединениями, энергосистемами и генераторами. Многоуровневая иерархическая АРЧМ</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Единой энергосистемы России. Противоаварийная автоматика. Назначение, виды, предъявляемые требования. Автоматика ограничения недопустимых изменений действующего значения и частоты напряжения: Автоматика ограничения повышения и снижения напряжения (АОПН и ДОСН). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ). Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ), включающая автоматику частотного пуска резервных генераторов (АЧПГ), автоматическую частотную разгрузку (АЧР) и делительную автоматику по частоте на тепловых и атомных станциях. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ). Способы дозирования управляющих воздействий. Централизованная АПНУ. Децентрализованные устройства АПНУ. Автоматика ликвидации асинхронных режимов (АЛАР). Типовое (основное) устройство АЛАР. Автоматическое повторное включение (АПВ) в ЭЭС. Автоматическое включение резерва (АВР).</p>
17.	<p>17. Диагностика высоковольтного оборудования</p>	
17.1.	<p>1. Диагностика высоковольтного оборудования</p>	<p>Задачи современной диагностики. Современная система диагностика. Диагностика электрической изоляции оборудования ВН. Испытание изоляции повышенным переменным напряжением: выбор значения испытательного напряжения, процедура проведения испытаний, оценка результатов испытаний. Методы контроля качества трансформаторного масла. Диагностика силовых трансформаторов и реакторов; важнейшие функциональные узлы и системы, подлежащие контролю, методы и технические средства контроля этих узлов и систем. Хроматографический анализ растворенных газов. Испытания изоляции повышенным выпрямленным (постоянным) напряжением. Контроль изоляции по сопротивлению, особенности измерения в случае неоднородности изоляции.</p>
18.	<p>18. АСДУ и управление режимами работы сетей</p>	
18.1.	<p>1. АСДУ и управление режимами работы сетей</p>	<p>Автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ) ЭЭС. Основные задачи. Структура АСДУ. Информация, необходимая для управления ЭЭС. Преимущества при создании единой ЭЭС (ЕЭС) России. Информация в АСДУ. Измерение и кодирование информации. Каналы связи. Передача дискретной</p>



№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>информации. Модуляция сигнала. Многоканальные кодоимпульсные устройства телемеханики. Понятие режима ЭЭС. Понятие об оптимальности режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного оборудования. Целевые функции и ограничения при расчете оптимальных режимов работы ЭЭС. Виды планирования режимов ЭЭС. Характеристики графиков нагрузки. Прогнозирование суточного графика нагрузки. Методы прогнозирования суточного графика нагрузки. Источники реактивной мощности в ЭЭС. Понятие об оптимальном распределении реактивной нагрузки между источниками реактивной мощности. Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях. Оптимальное размещение батарей конденсаторов в распределительных сетях с учетом изменения напряжения.</p>
19.	Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии	
19. 1.	Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии	<p>Основные задачи курса. Автоматизация учета электроэнергии - инструмент повышения эффективности процесса производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии. Цели и задачи, решаемые системой. Принципы построения современных систем АСКУЭ. Требования к системе АСКУЭ, правила учета электроэнергии и мощности. Правила учета электрической энергии. Типовые технические требования к средствам автоматизации контроля и учета электроэнергии и мощности для АСКУЭ энергосистем. Состав и требования к конструкции. Показатели назначения. Требования по питанию, программному обеспечению, устойчивости к климатическим и внешним воздействиям, безопасности, надежности, метрологическому обеспечению и техническому обслуживанию. Организация точек и групп учета электроэнергии. Основные определения и термины. Требования к установке средств коммерческого и технического учета. Цели учета электроэнергии. Функции и задачи АИИСКУЭ предприятий сетей. Задачи АИИС КУЭ бытовых потребителей. Этапы создания и ввода в эксплуатацию системы АСКУЭ. Предпроектное обследование предприятия. Разработка</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>технического задания. Модернизация измерительных комплексов. Технорабочее проектирование информационно-измерительного и информационно-вычислительного комплексов. Разработка документов по метрологическому обеспечению. Комплектация. Строительно-монтажные работы. Пусконаладочные работы. Опытная эксплуатация. Утверждение типа средства измерения и аттестация методики выполнения измерений. Испытание на соответствие технических требований объединенного рынка энергии. Передача автоматизированной информационно-измерительной системы в постоянную эксплуатацию Измерение энергии и мощности, погрешности измерений. Методы измерения мощности. Индукционный счетчик. Цифровые счетчики. Погрешности измерений. Небаланс электроэнергии и мощности. Коммерческие потери. Структура и состав измерительного комплекса АСКУЭ Измерительный канал. Трансформаторы тока, трансформаторы напряжения, вторичные цепи, счетчики электрической энергии. Влияние элементов на метрологические характеристики измерений. Информационный канал. Организация каналов связи в соответствие с иерархической структурой предприятия. Типы устройств связи и каналов передачи данных. Их надежность и пропускная способность. Требования и к резервированию каналов связи и обзор существующих решений. Устройство сбора и передачи данных (УСПД). Назначение. Требования к функциональному составу, параметрам, хранению данных Центр обработки данных. Перечень решаемых задач. Состав и структура программно-аппаратных средств. Технические средства измерения, хранения, передачи и обработки информации в системе Цифровые счетчики электроэнергии. Технические характеристики. Настраиваемые параметры. Сервисные возможности, функции и их настройка. Программное обеспечение. Устройство сбора и передачи данных (УСПД). Технические характеристики. Конфигурация и настройки. Организация центра обработки данных. Требования к инфраструктуре и аппаратной части. Устройство каналов связи Уровни сбора данных. Универсальный асинхронный преобразователь. Интерфейсы. Каналы связи в АИИСКУЭ. Состав и назначение программного комплекса системы</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		АСКУЭ Состав комплекса программного обеспечения. Модуль администратора системы. Коммуникационный модуль. База данных. Модуль субъектов рынка электроэнергии и мощности. Справочники. Модули просмотра и обработки данных. Модули экспорта-импорта.
20.	Потери и энергосбережение	
20.1.	Потери и энергосбережение	<p>Характеристика проблемы снижения потерь электроэнергии Актуальность задачи снижения потерь электроэнергии. Значения потерь электроэнергии в энергосистемах РФ. Основные понятия и определения. Угруппированная структура фактических потерь электроэнергии. Небалансы электроэнергии на объектах. Нормирование потерь электроэнергии. Структура потерь мощности и электроэнергии в элементах электроэнергетических систем и систем электроснабжения. Детальная структура отчетных потерь. Потери мощности в воздушных и кабельных линиях различных классов напряжения. Потери мощности в силовых трансформаторах. Потери в дополнительном оборудовании подстанций. Расход электроэнергии на собственные нужды подстанций. Система учета электроэнергии. Коммерческие потери. Транзитные потери. Факторы, влияющие на отдельные составляющие потерь. Методы оценки и анализа потерь электроэнергии. Характеристика методов и алгоритмов расчета потерь электроэнергии. Расчет условно-постоянных потерь мощности и электроэнергии в оборудовании электрических сетей. Расчет нагрузочных потерь мощности и электроэнергии в элементах электрических сетей. Характеристики графиков нагрузки. Интегрирующие множители. Расчет потерь электроэнергии по графику нагрузки. Методы определения нагрузочных потерь: метод наибольших нагрузок, метод средних нагрузок, метод средних суток, метод поэлементных расчетов. Анализ технических потерь. Современные программные комплексы по расчету потерь: Требования к программным комплексам, используемым для расчетов потерь. Их возможности и характеристики. Информационная обеспеченность расчетов. Достоверность оценки потерь. Представление результатов оценки потерь. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии и оценка их экономической</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p> эффективности в современных условиях. Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии. Проблемы внедрения мероприятий по сокращению потерь электроэнергии в современных условиях. Современные критерии оценки экономической эффективности проектов: чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, интегральный срок окупаемости, дисконтированные затраты. Конкурирующие эффекты. Определение оптимальных значений параметров электрических сетей при проектировании. Выбор сечений проводов и жил кабелей и номинального напряжения по условиям экономической целесообразности при проектировании (см. курс Электрические сети электропитающих систем). Организационные мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Оптимизация режимов по напряжению и реактивной мощности. Оптимизация уровня рабочего напряжения. Понятие естественного и экономического распределения мощностей в замкнутых сетях. Размыкание замкнутых сетей в оптимальных точках. Оптимизация режимов работы трансформаторов на подстанциях. Выравнивание загрузки фаз линий. Повышение уровня эксплуатации сети. Технические мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Компенсация реактивной мощности. Выбор источников реактивной мощности. Снижение неоднородности замкнутых сетей. Продольная емкостная компенсация индуктивного сопротивления линий электропередачи. Регулирование потоков мощности в замкнутых сетях. Мероприятия по реконструкции сети. Замена существующих проводов линий и трансформаторов подстанций. Строительство новых линий и трансформаторных подстанций. Увеличение номинального напряжения сети. </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 тематикам дисциплин программы профессиональной переподготовки

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

### **5.1. Текущий контроль**

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

### **5.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

### **5.3. Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация по программе проводится в форме *-итоговый экзамен.* 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. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / Ред. Ю. Н. Руденко, В. А. Семенов . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 648 с. - ISBN 5-7046-0528-1 : 120.00 .

2. Автоматизация электроэнергетических систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматическое управление электроэнергетическими системами", "Электротехника и сети" / О. П. Алексеев, и др. ; Ред. В. П. Морозкин . – М. : Энергоатомиздат, 1994 . – 448 с. - ISBN 5-283-01105-4 : 6000.00 .

3. 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.

4. Беспалов, В. Я. Электрические машины : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Академия, 2013 . – 320 с. – (Высшее профессиональное образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-7695-8497-8 .

5. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : учебник для электроэнергетических специальностей вузов / В. А. Веников . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1970 . – 472 с.

6. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов . – СПб. : Питер, 2007 . – 320 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 5-469-01380-4 .

7. 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 .

8. Козинова, М. А. Короткие замыкания в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ : учебное пособие по дисциплине "Токи короткого замыкания" по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / М. А. Козинова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 144 с. - ISBN 978-5-7046-2156-0 .

[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10708;](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10708)

9. 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 . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00257-5 .

10. Локтионов, С. В. Электроэнергетические системы. Конспект лекций : учебное пособие по курсу "Электроэнергетические системы" по профилю "Электрические станции" направления "Электроэнергетика и электротехника" / С. В. Локтионов, С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 148 с. - ISBN 978-5-7046-1430-2 .

[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5704;](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5704;)

11. Методические указания по курсовому проекту "Районная электрическая сеть электроэнергетической системы" / А. А. Глазунов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ), и др. – 1993 . – 39 с.

12. Методы расчета установившихся режимов электрических сетей : учебное пособие по направлению "Электроэнергетика и электротехника" по курсам "Электроэнергетические системы" и "Дальние электропередачи СВН" / О. В. Дичина, С. В. Локтионов, А. Н. Шаров, С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 108 с. - ISBN 978-5-7046-2140-9 .

[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10710;](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10710;)

13. Овчаренко, Н. И. Автоматика энергосистем : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / Н. И. Овчаренко ; Ред. А. Ф. Дьяков . – 3-е изд., испр . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 476 с. - ISBN 978-5-383-00354-1 .

[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5283;](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5283;)

14. Основы современной энергетики : в 2 т. : учебник для вузов по направлениям "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" / Общ. ред. Е. В. Аметистов . – 5-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . - ISBN 978-5-383-00501-9 .

15. Правила устройства электроустановок . – 7-е изд . – М. : Омега-Л, 2006 . – 268 с. – (Безопасность и охрана труда) . - ISBN 5-365-00299-7 .

16. 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 .

17. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян, [и др.] ; ред. Д. Л. Файбисович . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : ЭНАС, 2017 . – 376 с. - ISBN 978-5-4248-0049-8 .

18. Федосеев, А. М. Релейная защита электроэнергетических систем: Релейная защита сетей : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация производства и распределения электроэнергии" / А. М. Федосеев, М. А. Федосеев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1984 . – 520 с.

19. Чернобровов, Н. В. Релейная защита энергетических систем : Учебное пособие для энергетических специальностей средних профессиональных учебных заведений / Н. В. Чернобровов, В. А. Семенов . – М. : Энергоатомиздат, 1998 . – 800 с. - ISBN 5-283-01003-7 : 70.00 .

20. Шведов, Г. В. Экономические режимы электрических сетей : учебное пособие по курсам "Электрические сети электропитающих систем" и "Электроэнергетические системы и сети" по направлению "Электроэнергетика" / Г. В. Шведов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 40 с. - ISBN 978-5-383-00003-8 .

21. Шульженко, С. В. Алгоритмы автоматизированных расчетов систем электроснабжения : учебное пособие по курсу "Алгоритмы автоматизированных расчетов систем электроснабжения" по направлению "Электроэнергетика" / С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 124 с. - ISBN 978-5-7046-1677-1 .  
[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7693](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7693).

б) литература ЭБС и БД:

1. Бологова В.В. , Рогалев Н.Д. , Зубкова А.Г. - "Экономика энергетики", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (320 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72321](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72321);

2. В. А. Яшков, М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин- "Электроснабжение промышленных предприятий и установок", Издательство: "Директ-Медиа", Москва, Берлин, 2014 - (337 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429427>;

3. 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>;



4. Жуков В.В.- "Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012604.html>;

5. Кондратьева О.Е.- "Основы охраны труда и техники безопасности в электроустановках", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012659.html>;

6. Насыров Р.Р.- "Управление качеством электроэнергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013557.html>;

7. Потапов Л. А.- "Теоретические основы электротехники: краткий курс", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (376 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/168955>;

8. Савченко О.В.- "Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012185.html>;

9. Соколова М.В.- "Электрофизические основы техники высоких напряжений", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011539.html>;

10. Шведов Г.В.- "Городские распределительные электрические сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011034.html>;

11. Шведов Г. В., Сипачева О. В., Савченко О. В.- "Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2013 - (424 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72266](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72266);

12. Шведов Г.В.- "Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2012 - (268 с.)  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007433.html>.

в) используемые ЭБС:

## **6.2. Кадровое обеспечение**

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложении Е.

### 6.3. Финансовое обеспечение

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в 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	26.09.2022

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Д.И.  
Ковалев

(расшифровка  
подписи)