



**Общество с ограниченной ответственностью**  
**«ЕДИНЫЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО**  
**ОБРАЗОВАНИЯ»**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Генеральный директор  
ООО «ЕЦ ДПО»

А.Д. Симонова

«05» сентября 2020 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

профессиональной переподготовки

«Электроэнергетические системы и сети»

(500 часов)

**г. Москва**



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общая характеристика программы .....	4
2. Планируемые результаты обучения при реализации программы.....	4
3. Содержание программы.....	6
3.1 Учебный план .....	6
3.2 Календарный график.....	7
4. Структура программы.....	8
5. Форма аттестации.....	21
6. Оценочные материалы.....	21
7. Организационно-педагогические условия реализации программы...	33
8. Рекомендуемая литература.....	34

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

## 1.1. Актуальность реализации дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки

Актуальность дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки «Электроэнергетические системы и сети» заключается в формировании теоретических и практических знаний об использовании электроэнергетических сетей и систем для передачи электрической энергии.

Программа предназначена для совершенствования подготовки специалистов в приобретении знаний по передаче электрической энергии переменным током, физики процессов, происходящих в электрических сетях и системах, способов моделирования элементов и электрической сети в целом; освоению методов расчётов эксплуатационных режимов электроэнергетических сетей и систем; об улучшении режимов электрических сетей и об условиях оптимального управления.

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки «Электроэнергетические системы и сети» разработана на основе следующих документов:

Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Порядка разработки примерных основных образовательных программ, проведения их экспертизы и ведения реестра примерных основных образовательных программ, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 мая 2014 года № 594;

**1.2 Цель реализации программы** – формирование профессиональных компетенций у слушателя, необходимых для работы в области электроэнергетических технологий.

**1.3 Категория слушателей:** лица, имеющие высшее или среднее профессиональное образование.

**1.4 Срок обучения:** 500 академических часов. Не более 8 часов в день

**1.5 Форма обучения:** очная, очно-заочная и заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

**1.6 Выдаваемый документ:** по завершении обучения слушатель, освоивший дополнительную профессиональную программу и успешно прошедший итоговую аттестацию, получает диплом о профессиональной переподготовке установленного образца в соответствии со ст. 60

Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

## **2. Планируемые результаты обучения при реализации программы**

### **Профессиональные компетенции, приобретаемые в результате обучения:**

по ПК-1: способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной:

- ПК-1.7: способность применять методы планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований, связанных с определением параметров, характеристик электрических сетей;

по ПК-2: способность обрабатывать результаты экспериментов:

- ПК-2.6: способность обрабатывать результаты экспериментов, связанных с определением параметров, характеристик электрических сетей, интерпретировать данные и делать выводы;

по ПК-3: способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования:

- ПК-3.5: способность принимать участие в проектировании электрической сети для электроснабжения территории района;

по ПК-5: готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности:

- ПК-5.3: готовность определять параметры оборудования электроэнергетических систем и сетей;

по ПК-6: способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности:

- ПК-6.3: способность рассчитывать режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей;

по ПК-7: готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике: - ПК-7.4: способность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры систем электроэнергетики

### **Знать:**

- схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи;

- основные математические соотношения, характеризующие работу электроэнергетических систем;

### **Уметь:**

- применять, эксплуатировать и производить выбор оборудования электроэнергетических систем и сетей;

**Владеть практическими навыками:**

- методами анализа режимов работы электроэнергетических систем;
- методами расчета параметров электроэнергетических сетей и систем, навыками исследовательской работы.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

#### 3.1. Учебный план

Учебный план определяет перечень, трудоёмкость и последовательность модулей и форму аттестации.

№	Наименование разделов	Всего Часов	В том числе			Промежуточная аттестация
			Л	ПЗ	СР	
1.	Теоретические основы электротехники	<b>32</b>	18	2	12	зачёт
2.	Электромеханика	<b>70</b>	40	2	28	зачёт
3.	Микропроцессоры в электроэнергетических системах	<b>56</b>	28	2	26	зачёт
4.	Информационно-измерительная техника и электроника	<b>16</b>	8	6	2	зачёт
5.	Интеллектуальные системы энергетики	<b>50</b>	30	2	18	зачёт
6.	Автоматизированные системы управления в электроэнергетике	<b>36</b>	18	4	14	зачёт
7.	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике	<b>68</b>	44	2	22	зачёт
8.	Расчеты установившихся и переходных режимов систем электроснабжения	<b>50</b>	30	2	18	зачёт
9.	Электрическая часть станций и подстанций	<b>56</b>	42	2	12	зачёт
10.	Эксплуатация электрических сетей	<b>56</b>	40	8	8	зачёт
Итоговая аттестация		<b>10</b>	-	<b>10</b>	-	Экзамен в форме тестирования
<b>ИТОГО ЧАСОВ</b>		<b>500</b>	<b>298</b>	<b>42</b>	<b>160</b>	-

**Л – Лекции**

**ПЗ – Практические занятия**

**СР – Самостоятельная работа**

### **3.2. Календарный учебный график**

Срок обучения по программе «Электроэнергетические системы и сети» составляет 500 академических часов по 8 часов в день, не более 40 часов в неделю.

День недели	Периоды освоения
	1, 2, 4, 6 неделя
Понедельник	Л
Вторник	Л
Среда	Л
Четверг	Л
Пятница	СР
Суббота	В
Воскресенье	В
	3,5,7 неделя
Понедельник	Л+Зач
Вторник	Л
Среда	Л
Четверг	Л
Пятница	Л+СР
Суббота	В
Воскресенье	В
	8 неделя
Понедельник	ПЗ+Зач
Вторник	ПЗ
Среда	Л
Четверг	СР+ИА
Пятница	ИА
Суббота	В
Воскресенье	В

## **4. Структура программы**

### **Тема 1. Теоретические основы электротехники**

*Линейные электрические цепи*

Электрическая цепь и ее характеристики

Цепи постоянного тока

Цепи синусоидального тока

Комплексный метод расчета простых цепей синусоидального тока  
Методы расчета сложных цепей синусоидального тока  
Резонанс в электрической цепи.  
Индуктивно связанные цепи  
Трехфазные электрические цепи  
Метод симметричных составляющих  
*Нелинейные электрические цепи*  
Несинусоидальные периодические ЭДС, напряжения и токи в линейных электрических цепях.  
Классический метод расчета переходных процессов  
Операторный метод расчета переходных процессов  
Нелинейные электрические цепи при постоянном токе  
Магнитные цепи при постоянном токе  
Установившиеся процессы в нелинейных цепях при переменном токе  
Переходные процессы в нелинейных электрических цепях  
*Общие сведения об электромагнитном поле.*  
Общие сведения об электромагнитном поле.  
Электростатическое поле  
Электрическое поле постоянного тока  
Магнитное поле постоянного тока  
Методы расчета и моделирования статических полей.  
Электромагнитные свойства среды.  
Расчет электрических параметров элементов цепи  
Квазистатическое электромагнитное поле.  
Переменное электромагнитное поле в проводящей среде  
Электромагнитное поле в электротехнических устройствах

## **Тема 2. Электромеханика**

*Физические основы преобразования электромеханической энергии.*  
*Общие сведения об электрических машинах*  
Основополагающие законы электромеханического преобразования в индуктивных машинах  
Фундаментальные принципы электромеханического преобразования энергии  
*Общие сведения об электрических машинах. Нагревание и охлаждение электрических машин*  
Основные определения и классификация электрических машин  
Нагревание и охлаждение электрических машин  
*Электрические машины постоянного тока*  
Принцип действия машины постоянного тока  
*Электрические машины переменного тока*  
Устройство и принцип действия трансформатора  
Общие вопросы теории электрических машин переменного тока



### **Тема 3. Микропроцессоры в электроэнергетических системах**

#### *Введение. Микропроцессор. Микроконтроллер*

История микроэлектроники. Электроника РФ. Аналоговые и дискретные сигналы. Цифровая обработка сигналов. Элементы цифровых систем. Обработка МП. Управляющая часть МП. Состав, структура и характеристики микроконтроллеров.

#### *Программирование МП систем*

Типы и форматы команд. Языки программирования. Режимы адресации памяти. Средства и особенности программирования микропроцессоров и МПС. Платы развития. ПЗУ и ППЗУ программ. Системы графического программирования. Микроконтроллеры. Состав, структура и характеристики микроконтроллеров.

#### *Ввод-вывод аналоговых сигналов. Преобразователи сигналов МПС*

Каналы ввода-вывода микроконтроллеров. Гальваническая развязка в МПС. Интерфейсы микроконтроллеров. Протоколы обмена данными. Особенности ввода электрических сигналов. Цифроаналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи. Измерительные трансформаторы. Катушки Роговского. Датчики Холла. Оптические преобразователи (ОТТ, ОТН).

#### *МП и МК в РЗА ЭЭС*

Регистраторы аварийных режимов. Стандарт COMTRADE. ИМФ, ОМП. Индикаторы режима ЛЭП. Цифровая реализация простых защит. Цифровая реализация сложных защит.

#### *МП устройства автоматики*

Автоматические синхронизаторы. Автоматическое включение резерва. Автоматические регуляторы возбуждения СМ. Режимная автоматика. Блокировки коммутационных устройств. Учет энергии. Испытательные системы.

#### *Мониторинг оборудования электроэнергетических систем Тренажерные системы*

Мониторинг оборудования электроэнергетических систем. Датчики электрических и неэлектрических параметров. Алгоритмы мониторинга. Структура и функции АПК АСУ ПС 110/10/04 кВ. Симуляторы МПУ. Тренажерные системы

#### *Цифровая подстанция*

Интеллектуальные электронные устройства. Потoki данных на ПС. Каналы связи. Интерфейсы стандарта МЭК 61850. Структура цифровой подстанции. Силовое оборудование цифровой подстанции

#### *Тенденции развития микропроцессорной техники*

Тенденции развития микроэлектроники. Перспективы развития аппаратного и программного обеспечения задач контроля, управления, отображения и защиты ЭЭС

#### **Тема 4. Информационно-измерительная техника и электроника**

##### *Введение*

Содержание дисциплины. Преимущества методов преобразования информации и энергии. Современное состояние и тенденции развития информационно-измерительной техники. Роль дисциплины в подготовке специалистов в области электроэнергетики

##### *Измерения, средства измерения*

Погрешности измерений. Основные понятия и виды погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Вероятностный подход к описанию погрешностей. Вероятностные оценки погрешностей. Обработка результатов измерений при различных видах измерений. Классификация средств измерений. Эталоны, образцовые и рабочие меры. Измерительные преобразователи, приборы и установки. Измерительные информационные системы. Государственная система обеспечения единства измерений. Характеристики средств измерений. Основные метрологические характеристики средств измерений - статические и динамические. Нормирование метрологических характеристик. Способы выражения пределов допускаемых погрешностей. Классы точности средств измерений. Структурные схемы средств измерений. Средства измерений прямого и уравнивающего преобразования.

##### *Электромеханические приборы и преобразователи*

Меры, измерительные преобразователи и электромеханические приборы. Меры электрических величин: измерительные катушки сопротивления, индуктивности и взаимной индуктивности, измерительные конденсаторы, нормальные элементы, стабилизированные источники напряжения, измерительные генераторы, калибраторы, магазины мер. Измерительные преобразователи электрических величин: шунты, добавочные резисторы, делители напряжения, измерительные усилители, измерительные трансформаторы тока и напряжения. Электромеханические приборы. Основы теории электромеханических приборов. Магнитоэлектрические, электродинамические, ферродинамические, электромагнитные, электростатические и индукционные приборы: общие сведения, измерительный механизм, достоинства и недостатки, область применения. Электромеханические приборы с преобразователями. Общие сведения, выпрямительные приборы, термоэлектрические приборы

##### *Электронные аналоговые приборы и преобразователи*

Общие сведения. Электронные вольтметры постоянного тока, переменного тока, универсальные, импульсные и селективные. Приборы и преобразователи для измерения частоты и фазы. Приборы и преобразователи

для измерения мощности и энергии. Приборы для измерения параметров электрических цепей: электронные омметры, приборы для измерения индуктивности, емкости и добротности. Электронно-лучевые осциллографы. Устройство, принцип действия, структурная схема, виды развертки, основные характеристики

#### *Мосты и компенсаторы (потенциометры)*

Общие сведения. Теория мостовых схем. Мосты для измерения сопротивлений на постоянном токе. Мосты переменного тока для измерения емкости, угла потерь, индуктивности и добротности. Компенсаторы постоянного тока. Принцип действия, устройство, область применения. Компенсаторы переменного тока. Принцип действия, устройство, область применения. Автоматические мосты и компенсаторы

#### *Цифровые приборы и преобразователи*

Общие сведения. Основные понятия и определения. Методы преобразования непрерывных измеряемых величин в коды. Классификация ЦИУ. Основные характеристики ЦИУ. Узлы цифровых измерительных устройств. ЦИУ последовательного счета. ЦИУ с непосредственным преобразованием в код временных интервалов: хронометры, фазометры, периодометры, вольтметры. ЦИУ с непосредственным преобразованием в код частоты: частотомеры, вольтметры. ЦИУ с непосредственным преобразованием в код напряжения постоянного тока: вольтметры циклические и следящие. Информационно-измерительные системы. ЦИУ последовательного приближения

### **Тема 5. Интеллектуальные системы энергетики**

#### *Введение в интеллектуальные системы и технологии (ИСuT)*

Базовые понятия и основные направления искусственного интеллекта (ИИ)

Этапы развития и основные направления искусственного интеллекта (ИИ)

Классификация ИС

*Формализация и модели представления знаний*

Формализация знаний в интеллектуальных системах (ИС)

Моделирование процессов обработки информации для принятия решений

Формально-логические модели

Продукционные и сетевые модели

*Приобретение знаний. Практические методы извлечения знаний*

Генетический алгоритм

Нечеткая логика

Экспертные системы

Нейронные сети

### **Тема 6. Автоматизированные системы управления в электроэнергетике**

#### *1. Защиты линий электропередачи*

Максимальная токовая защита (МТЗ). Принцип действия МТЗ на постоянном оперативном токе. Выбор тока срабатывания и выдержки времени. МТЗ с пуском от реле напряжения. МТЗ на переменном оперативном токе. МТЗ на реле прямого действия. МТЗ с выдержкой времени, зависимой от третьей гармонической составляющей тока. МТЗ нулевой последовательности. Направленная токовая защита.

Токовые отсечки. Принцип действия и схемы отсечки мгновенного действия на линиях с односторонним и двухсторонним питанием. Неселективные отсечки. Отсечки с выдержкой времени. Токовые отсечки нулевой последовательности.

Три ступени токовой защиты от междуфазных коротких замыканий (КЗ).

Защита от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью.

Продольная и поперечная дифференциальная защита.

## *2. Защиты электродвигателей*

Виды повреждений и ненормальные режимы работы электродвигателей. Защиты электродвигателей напряжением выше 1 кВ: защиты от междуфазных КЗ, от однофазных замыканий на землю, от перегрузки, от понижения напряжения. Особенности защиты синхронных двигателей. Защита электродвигателей напряжением ниже 1 кВ.

## *3. Защиты генераторов*

Повреждения и ненормальные режимы работы генераторов и требования к защитами. Защиты генераторов напряжением выше 1 кВ от: междуфазных КЗ в обмотках статора, между витками одной фазы, замыканий обмотки статора на корпус, от внешних КЗ и перегрузок, от повышения напряжения. Защита генераторов напряжением до 1 кВ.

## *4. Защиты силовых трансформаторов*

Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов, виды защит и требования к ним. Защиты от сверхтоков при внешних КЗ, от перегрузок. Схемы этих защит, выбор параметров. Основные защиты: токовая отсечка и дифференциальная защита, токи небаланса, токи намагничивания трансформаторов. Схемы, выбор параметров токовой отсечки и дифференциальной защиты. Газовая защита.

## *5. Защита блоков генератор-трансформатор*

Особенности защиты блоков. Защита от внешних КЗ и перегрузок, от повышения напряжения. Дифференциальная защита блока генератор-трансформатор.

## *6. Резервирование действия релейных защит*

Необходимость и способы резервирования. Принципы выполнения устройств резервирования в случае отказа выключателей (УРОВ). Принципы выполнения УРОВ. Выбор уставок УРОВ.

## *7. Защита специальных электроустановок*

Защита конденсаторных установок: от многофазных КЗ, от перегрузки, от повышения напряжения. Особенности защиты трансформаторов

электропечных установок и полупроводниковых преобразовательных агрегатов. Защита шин.

#### *8. Микропроцессорные релейные защиты*

Общие сведения, основные составляющие структурной схемы микропроцессорной защиты. Микропроцессорная система и ее программное обеспечение. Примеры исполнения микропроцессорных защит: блок БМРЗ-04 научно-технического центра «Механотроника», терминал SPAC800, многофункциональное устройство релейной защиты трансформатора SPAD346С, комплектное устройство защиты асинхронного двигателя SPAC802-01, микропроцессорные терминалы SEPAМ.

#### *9. Устройства автоматики электрических сетей*

Основные виды автоматики в системах промышленного электроснабжения. Автоматическое повторное включение (АПВ).

Назначение и основные требования, предъявляемые к устройствам АПВ. Схемы устройства АПВ воздушных и кабельных линий. Характеристика схем и область их применения. Принципы ускорения действия защит при АПВ. Понятие об устройствах быстродействующих АПВ.

Назначение и основные требования, предъявляемые к устройствам автоматического ввода резерва (АВР). Пусковые органы устройства АВР. Схемы устройства АВР воздушных и кабельных линий. Характеристика схем и область их применения. Принципы выполнения устройства АВР при наличии синхронной нагрузки. Схемы устройств АВР в электрических сетях напряжением до 1 кВ.

Назначение и принципы выполнения устройств автоматической частотной разгрузки (АЧР) Характеристика схем АЧР и область их применения. Частотные АПВ. Согласование действия устройств АПВ, АВР, АЧР.

#### *10. Устройства автоматики генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и специальных установок*

Автоматический синхронизатор АС-М и автоматический регулятор возбуждения (АРВ) синхронных генераторов. АПВ трансформаторов, шин и электродвигателей: требования, предъявляемые к этим устройствам автоматики и схемы их. АВР трансформаторов, автоматические устройства управления режимами работы трансформаторов (автоматическое отключение и включение, автоматическое регулирование напряжения). АПВ и АВР электродвигателей.

Назначение и принципы выполнения устройств автоматического регулирования мощности батарей конденсаторов (АРМБК). Устройства АРМБК по напряжению на шинах подстанции, по току, по направлению реактивной мощности, по времени суток. Характеристика схем АРМБК и область их применения.

Микропроцессорная автоматика.

Автоматизированные системы управления электрохозяйством предприятия. Автоматизированные системы коммерческого и технического учета электроэнергии.

## **Тема 7. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике**

Тема 1. Общие вопросы ЭМС Цели и задачи дисциплины, ее место и значение в подготовке бакалавров в области ЭМС на объектах электроэнергетики. Электромагнитная совместимость. Электромагнитное влияние. Уровни помех. Помехоподавление. Основные типы и возможные диапазоны значений ЭМП. Земля и масса. Способы описания и основные параметры помех.

Тема 2. Источники ЭМП Классификация источников помех. Источники узкополосных помех. Источники широкополосных импульсных помех. Источники широкополосных переходных помех. Разряды статического электричества. Классы окружающей среды по уровням помех.

Тема 3. Каналы и механизмы передачи ЭМП Гальваническое влияние через цепи питания, контуры заземления. Мероприятия по снижению гальванического влияния. Емкостное влияние между гальванически разделенными контурами и контурами с общим проводом системы опорного потенциала. Мероприятия по снижению емкостного влияния. Индуктивное влияние между гальванически разделенными контурами. Индуктивное влияние разрядов статического электричества. Воздействие электромагнитного излучения.

Тема 4. Мероприятия по снижению уровня ЭМП Пассивные помехозащитные устройства: фильтры, ограничители перенапряжений, защитные разрядные промежутки, варисторы, лавинные диоды. Электромагнитные экраны, принцип действия экранов, материалы для изготовления экранов, экранирование приборов и помещений, экраны кабелей. Разделительные элементы.

Тема 5. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки. Помехи, обусловленные переходными процессами в цепях высокого напряжения при коммутации и коротком замыкании, при ударе молнии, разряде статического электричества. Стандартизация в области ЭМС. Сравнение полученных значений ЭМП с допустимыми уровнями.

Тема 6. ЭМС технических средств в узлах нагрузки электрических сетей Статический преобразователь, как источник гармоник. Другие источники высших гармоник. Ограничение уровней гармоник тока и напряжения.

Тема 7. Экологическое и техногенное влияние полей Экологические аспекты ЭМС. Нормирование безопасных для человека напряженностей

электрических и магнитных полей. Экологическое влияние коронного разряда. Влияние линий электропередачи на линии связи.

## **Тема 8. Расчеты установившихся и переходных режимов систем электроснабжения**

### *Введение. Переходные электромагнитные процессы*

Цели и задачи дисциплины, её место в учебном процессе. Основные понятия, определения и нормы. Сведения о современном состоянии и развитии теории и расчетов переходных процессов в системах электроснабжения. Классификация переходных процессов. Характеристика основных разделов и тем дисциплины.

### *Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий.*

Переходный процесс при симметричном коротком замыкании трехфазной цепи с источником ЭДС постоянной частоты и амплитуды. Составление дифференциальных уравнений процесса, допущения, начальные условия. Составляющие тока короткого замыкания и их изменение во времени в зависимости от параметров цепи и момента нарушения режима. Характерные (максимальные и действующие) значения тока короткого замыкания. Расчет периодической и аperiodической составляющих тока короткого замыкания в сложной цепи; определение эквивалентной ЭДС и постоянной времени. Расчет токов короткого замыкания при проектировании систем электроснабжения. Система относительных единиц. Составление схемы замещения. Параметры синхронных генераторов, электродвигателей и обобщенной нагрузки в начальный момент короткого замыкания. Точный и приближенный учеты коэффициентов трансформации в схемах замещения. Уровни токов короткого замыкания. Преобразование схем замещения. Принцип наложения. Приближенный учет системы. Выбор силовых выключателей по отключающей способности. Расчет токов короткого замыкания с использованием компьютеров. Способы ограничения токов короткого замыкания. Оптимизация и координация уровней токов короткого замыкания. Особенности расчета токов короткого замыкания в электроустановках до 1000В.

### *Расчет несимметричных режимов*

Основные положения метода симметричных составляющих. Связь между векторами несимметричной системы и векторами симметричных систем прямой, обратной и нулевой последовательностей. Двухфазное короткое замыкание. Комплексная схема замещения. Векторные диаграммы токов и напряжений. Однофазное короткое замыкание. Комплексная схема замещения. Векторные диаграммы токов и напряжений. Двухфазное короткое замыкание на землю. Комплексная схема замещения. Векторные диаграммы токов и напряжений. Соотношения между токами различных коротких замыканий. Замыкание на землю в сети с изолированной нейтралью. Компенсация емкостных токов замыкания на землю.

### *Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий*

Основные положения по выбору электрооборудования. Связь с надежностью электроснабжения. Электродинамическое действие тока короткого замыкания. Термическое действие тока короткого замыкания. Интеграл Джоуля. Отключающая способность коммутационных аппаратов.

### *Переходные процессы в трансформаторах и асинхронных машинах*

Включение трансформатора на холостой ход. Принимаемые допущения. Дифференциальное уравнение переходного процесса. Построение зависимости тока трансформатора от времени. Внезапное трехфазное короткое замыкание трансформатора. Составляющие тока короткого замыкания и их изменение во времени. Пуск и самозапуск синхронного и асинхронного электродвигателей от шин трансформаторной подстанции. Расчет снижения напряжения на шинах. Пуск электродвигателя от генератора соизмеримой мощности. Снижение напряжения на шинах генератора.

### *Переходные процессы в синхронной машине*

Принимаемые допущения. Дифференциальные уравнения переходных процессов в цепях ротора и статора. Переход к вращающейся системе координат. Преобразование исходных дифференциальных уравнений в уравнения Парка-Горева. Внезапное короткое замыкание синхронной машины бездемпферных контуров. Приближенный учет активного сопротивления цепи статора. Составляющие токов в отдельных цепях машины. Влияние регулирования возбуждения и его приближенный учет. Понятие о взаимном влиянии контуров машины на характер изменения токов при переходном процессе. Включение обмотки возбуждения на постоянное напряжение. Гашение магнитного поля машины при фиксированном разрядном сопротивлении. Оптимальные условия гашения поля. Применение дугогасящей решетки. Гашение поля в тиристорных системах возбуждения. Форсировка возбуждения в системах возбуждения прямого и косвенного действий. Влияние форсировки возбуждения на протекание переходного процесса.

### *Переходные электромеханические процессы*

#### *Статическая устойчивость синхронных машин*

Основные понятия, определения и допущения, принимаемые при анализе устойчивости. Задачи расчета устойчивости электроэнергетических систем. Структурная схема энергосистемы и схемы замещения. Векторные диаграммы и моментно-угловые характеристики синхронных машин. Основные режимы работы синхронных машин. Анализ статической устойчивости синхронных машин. Предел передаваемой мощности. Критерии статической устойчивости. Коэффициент запаса. Меры повышения статической устойчивости.

#### *Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки*

Статическая устойчивость асинхронных двигателей. Схема замещения и основные характеристики двигателей. Реактивная мощность, потребляемая двигателями. Характеристика мощности (момента) асинхронного двигателя.



Критическое напряжение. Критическое скольжение. Условия устойчивой работы асинхронного двигателя. Характеристики нагрузки. Статические и динамические характеристики нагрузки. Комплексная нагрузка. Регулирующие эффекты нагрузки по напряжению и частоте. Способы представления нагрузки при расчетах устойчивости. Характеристики приводимых механизмов. Влияние режима электрической системы на режим нагрузки. Понятие о балансах активных и реактивных мощностей. Работа асинхронной нагрузки при изменении напряжения и частоты. Процесс опрокидывания электродвигателей. Лавина напряжения. Практические критерии статической устойчивости узла нагрузки

*Динамическая устойчивость синхронных машин.*

Моментно-угловая характеристика генератора. Оценка динамической устойчивости при отключении одной цепи линии электропередачи и различных видах коротких замыканий во внешней сети. Критерий динамической устойчивости. Средства повышения устойчивости. Моментно-угловая характеристика синхронного электродвигателя. Оценка динамической устойчивости при перерыва питания. Критерии устойчивости. Влияние регулирования возбуждения на динамическую устойчивость электродвигателя. Асинхронные режимы. Условия ресинхронизации.

*Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях*

Общая характеристика узлов нагрузки систем электроснабжения. Большие возмущения и их влияние на режим нагрузки. Переходные процессы при пуске и самозапуске электродвигателей. Влияние напряжения и характера нагрузки на разгон электродвигателя. Оценка возможности запуска и перезапуска. Приблизительный расчет времени разгона электродвигателя. Метод последовательных интервалов. Влияние автоматики ввода резервного питания на самозапуск электродвигателей. Резкие изменения режима в системах электроснабжения. Влияние изменений напряжения и наброса нагрузки на режимы работы синхронных и асинхронных двигателей.

## **Тема 9. Электрическая часть станций и подстанций**

*Источники энергии*

*Основные виды электростанций*

Классификация электрических станций. Понятие о тепловых двигателях и их видах. Тепловые электростанции на органическом топливе. Атомные электростанции, их устройство и тепловые схемы. Гидроэлектростанции: принцип действия и разновидности.

*Электростанции на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии*

Малая энергетика. Возобновляемые источники энергии. Ветроэлектростанции. Геотермальные, приливные электростанции. Энергия солнца. Мини и микро ГЭС. Мини ТЭЦ. Электростанции на биотопливе.

## *Синхронные генераторы и трансформаторы*

### *Синхронные генераторы*

Синхронные генераторы электростанций. Электрические параметры синхронных генераторов. Системы охлаждения генераторов. Системы возбуждения генераторов. Режимы работы генераторов. Способы включения генераторов на параллельную работу. Назначение и работа АГП.

### *Трансформаторы*

Силовые трансформаторы. Параметры трансформаторов. Системы охлаждения. Нагрузочная способность трансформаторов и автотрансформаторов. Особенности режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов.

### *Главные схемы электростанций и подстанций*

#### *Главные схемы электростанций*

Требования к главным схемам ТЭЦ, их связь с режимом работы и с положением станции в энергосистеме. Особенности главных схем заводских и крупноблочных ТЭЦ. Выбор основного оборудования. Главные схемы КЭС. Требования надежности и экономичности при построении главных схем КЭС. Требования к главным схемам ГЭС и выбору основного оборудования. Особенности главных схем ГАЭС. Зависимость схем ГЭС от количества присоединений. Особенности построения главных схем АЭС. Применение блочных схем. Конструкции распределительных устройств, требования к их выполнению.

#### *Главные схемы подстанций*

Требования надежности, безопасности обслуживания, экономичности и маневренности при построении главных схем подстанций. Влияние назначения подстанций на главную схему. Выбор основного оборудования подстанций и конструктивное решение.

#### *Собственные нужды и схемы электроснабжения с. н.*

Состав механизмов собственных нужд на ТЭЦ и КЭС. Выбор электроприводов для механизмов с. н. Схемы и требования предъявляемые к ним. Пуск и самозапуск двигателей с. н. Состав механизмов собственных нужд на ГЭС и АЭС. Системы электроснабжения с. н. Технические мероприятия, обеспечивающие высокую надежность работы электроприводов механизмов с. н. Проверка обеспеченности самозапуска двигателей с. н. Особые требования к системам собственных нужд на АЭС. Состав электропотребителей с. н. подстанций различных мощностей и напряжений. Требования предъявляемые к схемам электроснабжения с. н. подстанций.

#### *Схемы измерений и управления оборудованием на электростанциях и подстанциях*

Схемы измерений электрических параметров на электростанциях и подстанциях. Требования предъявляемые к электрическим измерениям и схемам. Управление электрооборудованием на электростанциях и подстанциях. Схемы управления выключателями. Блокировки от неправильных операций с разъединителями. Различные виды сигнализаций

применяемых на электростанциях и подстанциях. Источники питания оперативных цепей на переменном и постоянном токах. Схемы оперативных цепей Выбор аккумуляторных батарей и подзарядных установок. Режим работы. Регулирование напряжения и реактивной мощности на электростанциях и подстанциях. Баланс активной мощности в энергосистеме. Первичное регулирование частоты Параллельная работа агрегатов оснащенных АРЧВ. Методы регулирования частоты и активной мощности. Регулирование частоты в изолированной энергосистеме.

*Электрические аппараты и токоведущие части электростанций и подстанций*

*Электрические аппараты на электростанциях и подстанциях*

Основные параметры электрических аппаратов, классификация, область применения и конструктивные особенности. Электрические аппараты до 1000 В. Автоматические выключатели, магнитные пускатели, контакторы, рубильники, плавкие предохранители. Требования предъявляемые при выборе аппаратов. Коммутационные аппараты на напряжение выше 1000 В. Высоковольтные выключатели, приводы выключателей. Разъединители, выключатели нагрузки, высоковольтные предохранители. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Выбор электрических аппаратов.

*Токосоведущие части на электростанциях и подстанциях*

Конструктивные и электрические параметры токоведущих частей электрических станций и подстанций. Ограничение токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях. Цели и задачи по ограничению токов КЗ. Организационные и технические мероприятия по ограничению токов КЗ. Конструкции и параметры токоограничивающих реакторов. Применение трансформаторов с расщепленными обмотками. Заземляющие устройства. Рабочее и защитное заземления. Назначение и область применения. Конструктивное выполнение защитного заземления. Расчеты защитных заземлений. Требования и расчет молниезащиты. Виды учебных занятий

## **Тема 10. Эксплуатация электрических сетей**

*Общие вопросы эксплуатации*

Введение. Особенности энергетического производства. Рекомендуемая литература.

Организация эксплуатации электрооборудования. Оперативное и административное управление электроэнергетикой. Технологический цикл и состав электрооборудования на электростанциях, характеристики оборудования. Требования надежности, предъявляемые к оборудованию электрических станций. Общие вопросы эксплуатации: виды воздействий на электрооборудование и способы контроля и устранения. Тема 3. Виды ремонтов и их периодичность. Срок службы оборудования, виды ремонтов и их периодичность. Ремонтное обслуживание оборудования. Перспективный

график ремонтов. Подготовка к ремонтам. Проблемы снятия оборудования с эксплуатации.

#### *Основы эксплуатации основного электрооборудования*

Эксплуатации электрических сетей. Оперативная подчиненность оборудования энергосистемы. Жизнеспособность ЭЭС. Лавина перегрузки и отключений ЛЭП. Лавина асинхронных режимов. Лавина частоты. Лавина напряжения. Ликвидация лавинных аварийных процессов.

Основы эксплуатации синхронных генераторов. Требования правил технической эксплуатации и их обслуживание. Системы, обеспечивающие работу синхронных генераторов, и требования, предъявляемые к ним. Системы возбуждения и автоматические регуляторы возбуждения, их характеристики, контроль и наладка. Системы охлаждения синхронных генераторов, их характеристики и эксплуатационные свойства. Система контроля, релейной защиты и автоматики синхронного генератора. Обслуживание синхронных генераторов. Организация ремонтов, проблемы продления срока службы генератора. Тема 6. Основы эксплуатации трансформаторов и автотрансформаторов. Соотношение мощности генераторов и трансформаторов. Эксплуатация силовых трансформаторов, основные положения Правил технической эксплуатации. Характеристики конструкций и материалов, системы охлаждения. Повреждаемость отдельных элементов трансформаторов. Системы контроля, релейной защиты и автоматики. Обслуживание трансформаторов. Виды и организации ремонтов.

Эксплуатация выключателей. Основные положения по эксплуатации различных видов выключателей, обслуживание выключателей. Организация ремонтных работ

#### *Оперативное обслуживание и эксплуатация распределительных систем*

Эксплуатация распределительных устройств. Организация эксплуатации, основные виды повреждений и отказов, современные методы контроля и профилактики. Организация ремонтных работ.

Ограничение токов КЗ. Типы распределительных устройств и их особенности. Программирование оперативных переключений. Выбор эксплуатационной схемы РУ. Ограничение токов короткого замыкания.

Управление режимами распределительных систем. Нормальные разрезы и секционирование электрической сети. Управление режимом напряжения распределительной сети. Несимметрия параметров распределительной сети.

Ограничение феррорезонансных перенапряжений. Режим компенсированной нейтрали. Режим замыкания фазы на землю. Дугогасящие катушки.

#### *Человеческий фактор в эксплуатации*

Стрессовые ситуации. Персонал и эксплуатация. Эмоциональная напряженность деятельности персонала энергосистем.

Организация подготовки и повышения квалификации эксплуатационного персонала. Система управления кадрами. Подбор,

изучение и расстановка кадров. Производственное обучение и повышение квалификации персонала. Тренажерные центры и пункты и их в повышении уровня подготовки эксплуатационного персонала. Перспективные направления повышения уровня эксплуатации на электрических станциях и подстанциях.

## 5 ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

Для аттестации слушателей на соответствие их персональных достижений требованиям программы имеется фонд оценочных средств для проведения промежуточной и итоговой аттестации.

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации включает в себя тестовые вопросы после каждого модуля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций слушателей. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Программа обучения завершается итоговой аттестацией в форме экзаменационного тестирования.

Цель итоговой аттестации – проверка усвоенных в процессе обучения знаний, умений, навыков и профессиональных компетенций в рамках программы профессиональной переподготовки «Электроэнергетические системы и сети».

Итоговая аттестация проводится на основе принципов объективности и независимости оценки качества подготовки обучающихся.

К итоговой аттестации допускается слушатель, не имеющий задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по программе

## 6 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Оценочные материалы промежуточной аттестации

#### Задание по модулю 1

#### **Первый закон Кирхгофа:**

1. в любой момент времени алгебраическая сумма токов в узле равна нулю
2. в любой момент времени алгебраическая сумма токов в узле равна единице
3. в любой момент времени алгебраическая сумма токов в узле равна количеству узлов
4. нет верных ответов

Ответ: 1

#### Задание по модулю 2

### **Вращающий момент в многофазной асинхронной машине создается в результате...**

1. взаимодействия вращающегося магнитного поля в воздушном зазоре с полем статора, которое вызвано токами, наведенными в короткозамкнутой обмотке ротора этим полем воздушного зазора
2. взаимодействия вращающегося магнитного поля в воздушном зазоре с полем статора, которое вызвано токами, наведенными в короткозамкнутой обмотке статора этим полем воздушного зазора
3. взаимодействия вращающегося магнитного поля в воздушном зазоре с полем ротора, которое вызвано токами, наведенными в короткозамкнутой обмотке ротора этим полем воздушного зазора
4. взаимодействия вращающегося магнитного поля в воздушном зазоре с полем ротора, которое вызвано токами, наведенными в короткозамкнутой обмотке статора этим полем воздушного зазора

Ответ: 3

### Задание по модулю 3

#### **Кэш – это...**

1. память для хранения промежуточных результатов обработки
2. сверхбыстрая память, хранящая наиболее часто используемые в ближайшее время команды микропроцессора
3. память, содержащая управляющие программы или микропрограммы
4. память, доступная одновременно нескольким пользователям, процессам или процессорам

Ответ: 2

### Задание по модулю 4

#### **Фазометр – это...**

1. прибор для измерения косинуса угла сдвига фаз (или коэффициента мощности) между напряжением и током в электрических цепях постоянного тока
2. прибор для измерения синуса угла сдвига фаз (или коэффициента мощности) между напряжением и током в электрических цепях переменного тока
3. прибор для измерения косинуса угла сдвига между напряжением и током в электрических цепях переменного тока
4. прибор для измерения синуса угла сдвига фаз (или коэффициента мощности) между напряжением и током в электрических цепях постоянного тока

Ответ: 3

### Задание по модулю 5

**Внедрение «умных» сетей позволит снизить потребность в установленной мощности более чем на...**

1. 5%
2. 10%
3. 15%
4. 20%

Ответ: 2

### Задание по модулю 6

**Математические модели...**

1. определяют взаимодействия между управленческими звеньями или хозяйственными объектами
2. дают инструментарий формализации задачи
3. отражают работу техники и технологические процессы
4. ни один из этих вариантов

Ответ: 2

### Задание по модулю 7

**Непродолжительная помеха:**

1. электромагнитная помеха, уровень которой не уменьшается ниже определенного значения в регламентированном интервале времени
2. электромагнитная помеха, длительность которой, измеренная в регламентированных условиях, сравнительно невелика, но больше некоторой величины, регламентированной для данного технического средства
3. электромагнитная помеха, возникающая и исчезающая через определенные промежутки времени
4. электромагнитная помеха, длительность которой, измеренная в регламентированных условиях, меньше некоторой величины, регламентированной для данного технического средства

Ответ: 2

### Задание по модулю 8

**Напряжение любой фазы от 104 до 125 В в приемниках электроэнергии переменного тока 115/200 В – это какая фаза?**

1. нормальная
2. аварийная
3. ненормальная

4. неустановившаяся

Ответ: 2

Задание по модулю 9

**Какого значения нет в шкале номинальных стандартных линейных напряжений трехфазного тока частотой 50 Гц?**

1. 35

2. 110

3. 150

4. 115

Ответ: 4

Задание по модулю 10

**Какое максимальное отклонение напряжения от номинального допускается в электродвигателе?**

1. 90-110%

2. 95-105%

3. 85-115%

4. никакое

Ответ: 1

**Примерный перечень вопросов к итоговой аттестации**

**1. На ВЛ 110КВ применяются изоляторы...**

1. фарфоровые штыревые

2. стеклянные штыревые

3. полимерные штыревые

4. нет верных ответов

5. все ответы верны

Ответ: 1

**2. Коэффициент мощности должен иметь минимальное значение...**

1. 0,95

2. 1,5-2

3. 0,15 – 0,2

4. 0,5 – 0,6

Ответ: 3

**3. Коэффициент трансформации любого трансформатора можно определить...**



1.  $K_{тр} = U_1/I_1$
2.  $K_{тр} = U_2/I_2$
3.  $K_{тр} = S /W_1$
4.  $K_{тр} = W_1*W_2$
5. Нет верных ответов
6. Любым из этих способов

Ответ: 2

**4. Какое испытание деревянных опор можно назвать основным профилактическим**

1. на целостность древесины
2. на степень загнивания древесины
3. на механическую прочность
4. на диэлектрическую прочность

Ответ: 3

**5. Как определить коэффициент абсорбции?**

1.  $K_{abc} = I /U$
2.  $K_{abc} = R_{60} /R_{15}$
3.  $K_{abc} = R_{15} /R_{60}$
4.  $K_{abc} = R_{60}*R_{15}$

Ответ: 2

**6. Комплектные конденсаторные установки применяют для...**

1. увеличения  $\cos\phi$  в энергосистеме
2. увеличения мощности в энергосистеме
3. изменения электрических величин в системе переменного тока
4. изменения частоты питающего тока

Ответ: 2

**7. Адсорбенты – это...**

1. вещества, поглощающие влагу
2. вещества, поглощающие кислотные соединения
3. приборы, измеряющие влагосодержание в среде

Ответ: 2

**8. Как производится соединение проводов на высоте**

1. скруткой
2. опрессовкой
3. с помощью термитной шашки
4. на высоте соединять провода нельзя

Ответ: 3

**9. Проводник с током нагреется сильнее, если сопротивление материала...**

1. Увеличить
2. Уменьшить
3. Не изменять, но увеличить температуру воздуха

Ответ: 4

**10. Отключающий элемент предохранителя – это...**

1. контактная система
2. размыкающиеся контакты датчика
3. плавкая вставка
4. пробой диэлектрического диска

Ответ: 1

**11. Каким прибором можно измерить сопротивление изоляции?**

1. Токоизмерительными клещами
2. Омметром
3. Фазометром
4. Мегаомметром

Ответ: 3

**12. Особенностью конструкции масляного выключателя, применяемого в КРУ и КРУН, является:**

1. его малые размеры
2. монтаж его на выкатной тележке
3. монтаж его на специальных опорах
4. монтаж его на отдельной площадке

Ответ: 3

**13. Устройство ПБВ на силовом трансформаторе переключают...**

1. 1 раз в месяц
2. 2 раза в месяц
3. 2-3 раза в год
4. 2-3 раза в месяц

Ответ: 4

**14. Напряжение пробоя ( $U_{пр}$ ) хорошего трансформаторного масла должно иметь значение**

1.  $U_{пр} = 2...10$  КВ
2.  $U_{пр} = 0,5$  КВ
3.  $U_{пр} = 30...70$  КВ
4. У хорошего трансформаторного масла не может быть пробоя

Ответ: 3

**15. При срабатывании короткозамыкателя и отделителя на участке электрической сети, контакты выключателя на этом участке...**

1. замыкаются
2. размыкаются
3. остаются в исходном положении
4. если на участке электрической цепи уже используется короткозамыкатель и отделитель, выключатель не нужен

Ответ: 2

**16. Как уменьшить значение тока, проходящего через тело человека, при использовании системы заземления?**

1. Уменьшить сопротивление заземлителя
2. Увеличить сопротивление заземлителя
3. Уменьшить сопротивление тела человека
4. Уменьшить напряжение на корпусе электрооборудования

Ответ: 1

**17. Коэффициент мощности можно определить...**

1.  $\cos\varphi = P/S$
2.  $\cos\varphi = P/Q$
3.  $\cos\varphi = Q/S$
4.  $\cos\varphi = U/S$

Ответ: 1

**18. Самый хороший твёрдый диэлектрик, имеющий: влагопоглощение  $W=0\%$ ; удельное сопротивление  $\rho = 10^{14}\text{Ом.м...}$**

1. ПВХ
2. Древесина
3. Электрокерамика
4. Слюда

Ответ: 3

**19. Какому параметру должны соответствовать показания маслоуказателя на расширительном бачке трансформатора?**

1. температуре нагрева масла
2. току нагрузки
3. температуре окружающей среды
4. напряжению на вторичной обмотке трансформатора

Ответ: 4

**20. Какие электростанции пока не существуют:**

1. Грозовые
2. Приливные

3. Волновые

Ответ: 1

**21. Отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве:**

1. Солнечная энергетика
2. Ветроэнергетика
3. Гидроэнергетика

Ответ: 2

**22. Топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов:**

1. Биотопливо
2. Ветроэнергетика
3. Солнечная энергетика

Ответ: 1

**23. Направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде:**

1. Ветроэнергетика
2. Гидроэнергетика
3. Солнечная энергетика

Ответ: 3

**24. Чем характеризуются автоматы, с электромагнитным расцепителем?**

1. типом теплового расцепителя
2. напряжением включения автомата
3. номинальным током установки электромагнитного расцепителя
4. номинальным током установки теплового реле
5. напряжением отключения автомата

Ответ: 3

**25. Разрядник вентильный стационарный имеет марку:**

1. РВП
2. РВМГ
3. РВВМ
4. РВС
5. РТ

Ответ: 4

**26. Сколько одноковшовых экскаваторов емкостью ковша до 5 м<sup>3</sup> можно подключить на одну воздушную линию напряжением выше 1000 В?**

1. не более 4
2. не менее 6
3. не менее 4
4. не более 3
5. не более 5

Ответ: 4

**27. Самая быстродействующая защита от повреждений в трансформаторе?**

1. МТЗ
2. дистанционная защита
3. дифференциальная защита
4. токовая отсечка
5. предохранитель

Ответ: 4

**28. К чему приводит изменение силы натяжения пружины у электромагнитных реле?**

1. к улучшению возврата реле
2. для изменения схемы соединения
3. для улучшения коэффициента возврата  $K_v$
4. к увеличению мощности
5. к регулированию тока срабатывания  $I_{с.3}$ .

Ответ: 5

**29. Прибор, который позволяет только отсчитывать показания, называется:**

1. Регистрирующий
2. Суммирующий
3. Показывающий
4. Аналоговый
5. Печатающий

Ответ: 3

**30. Отношение абсолютной погрешности к номинальному показанию прибора называется:**

1. Погрешность прибора
2. Приведенная погрешность
3. Относительная погрешность
4. Стабильность
5. Цена деления шкалы

Ответ: 2

**31. Как обозначаются начала первичной обмотки трехфазного трансформатора?**

1. a, b, c
2. x, y, z
3. A, B, C
4. X, Y, Z
5. N,O,R

Ответ: 3

**32. Средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме доступной для непосредственного восприятия наблюдателя - это?**

1. Преобразователь
2. измерительный механизм
3. Корректор
4. Измерительный прибор
5. Арретир

Ответ: 4

**33. Отклонение показания прибора от действительного значения измеряемой величины называется:**

1. Абсолютная погрешность
2. Относительная погрешность
3. Погрешность прибора
4. Приведенная погрешность
5. Номинальное значение

Ответ: 3

**34. Средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера –это:**

1. Эталон
2. Мера
3. Преобразователь
4. Арретир
5. Корректор

Ответ: 2

**35. Познавательный процесс, под которым понимается процесс получение информации о количественном значении физической величины это?**

1. Измерение
2. Исследование

3. Изучение
  4. Рассмотрение
  5. Регистрирование
- Ответ: 1

**36. Расчетные токи к. з. служат для выбора:**

1. токовых установок
  2. критического пролета
  3. сопротивления заземлителей
  4. мощности трансформатора
  5. сечения проводов
- Ответ: 1

**37. Формула реактивной мощности трансформатора:**

1.  $P=I \cdot \sin$
  2.  $P=I \cdot \cos$
  3.  $Q = P \cdot \text{tg}$
  4.  $P = UI \cos$
  5.  $S = P + Q$
- Ответ: 3

**38. Каким методом производится расчет электрической нагрузки ОГР?**

1. коэффициента нагрузки
  2. коэффициента спроса
  3. коэффициента трансформатора
  4. коэффициента формы
  5. коэффициента электрической дуги
- Ответ: 2

**39. Коэффициент надежности (запаса) учитывает:**

1. неточность при выборе реле
  2. неточность в выборе тока возврата реле
  3. чувствительность защиты
  4. точность при выборе защиты
  5. селективность защиты
- Ответ: 2

**40. Наибольшая надежность в электроснабжении достигается:**

1. резервированной радиальной линии
  2. не резервированной радиальной линии
  3. не резервированной магистральной линии
  4. комбинированной линии
  5. резервированной магистральной линии
- Ответ: 5

### Оценивание промежуточной аттестации:

Оценка зачета	Критерии
«зачтено»	Отвечено правильно на 50% и более вопросов
«не зачтено»	Отвечено менее чем на 50% вопросов

Оценка «зачтено» - слушатели знают основной учебный материал в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляются с выполнением заданий, предусмотренных программой.

Оценка «незачтено» - слушатели имеют пробелы в знаниях основного учебного материала, допускают принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

### Оценивание итоговой аттестации:

Итоговая аттестация оценивается по системе:

Оценка	Количество верных ответов
«5» - отлично	87-100%
«4» - хорошо	63-86%
«3» - удовлетворительно	47-62%
«2» - неудовлетворительно	0-46%

Оценка «отлично» ставится если слушатель знает учебный и нормативный материал, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой. Отличная оценка выставляется слушателю, усвоившему взаимосвязь основных понятий курса, их значение для приобретаемой профессии, проявившему способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, знающему точки зрения различных авторов и умеющему их анализировать.

Оценка «хорошо» выставляется слушателю, показавшему полное знание учебного материала, успешно выполняющему предусмотренные в программе задания, демонстрирующему систематический характер знаний по курсу и способный к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе своей профессиональной деятельности.

Оценка «удовлетворительно» выставляется слушателю, показавшему знание основного учебного материала в объеме, необходимом для предстоящей работе по профессии, справляющемуся с выполнением заданий,



предусмотренных программой. Как правило оценка «удовлетворительно» выставляется слушателю, допустившему погрешности при выполнении экзаменационных заданий, не носящие принципиального характера.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется слушателю, показавшему пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, слушатель не может приступать к профессиональной деятельности и направляется на пересдачу итоговой аттестации.

## **7 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

Обучение проводится в соответствии с условиями, отражающими специфику организационных действий и педагогических условий, направленных на достижение целей дополнительной профессиональной программы и планируемых результатов обучения.

### **Учебно-методическое обеспечение**

В случае необходимости слушателям возможно обеспечение доступа к ресурсам электронных библиотек.

### **Требования к квалификации преподавателей**

Высшее профессиональное образование по направлению подготовки, соответствующей преподаваемому предмету, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению деятельности в образовательном учреждении, стаж работы в отрасли не менее 3-х лет.

### **Материально-техническое обеспечение**

Обучение в очной и очно-заочной форме подготовки по программе: «Электроэнергетические системы и сети» проходит в учебных аудиториях ООО «ЕЦ ДПО», оборудованных всем необходимым для организации учебного процесса инвентарем:

- учебной мебелью;
- компьютерами;
- мультимедийным проектором;
- флипчартами

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебная аудитория	Консультации, промежуточная и итоговая аттестации	Компьютеры, мультимедийный проектор, экран, доска,

		МФУ, ученическая мебель, лицензионные офисные приложения.
Рабочее место слушателя (в рабочих или домашних условиях)	Самостоятельная работа	Персональный компьютер / планшет. Офисные приложения

## 8. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Аполлонский С.М. Теоретические основы электротехники (для бакалавров)/ С. М. Аполлонский, А. Л. Виноградов. - М.: КноРус, 2019.- 352 с. <https://may.alleng.org/d/phys/phys755.htm>
2. Иньков Ю.М. Электротехника и электроника./ Ю. М. Иньков.-М.: Academia, 2019.- 12 с. [https://www.academia-moscow.ru/ftp\\_share/\\_books/fragments/fragment\\_23345.pdf](https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_23345.pdf)
3. Мокеев А.В., Бовыкин В.Н, Перелыгин Л.В, Расширение функциональных возможностей интеллектуальных электронных устройств. «Чебоксары, РИЦ «СРЗАУ», Журнал «Релейная защита и автоматизация» №4 (25) 2016, стр. 28-35. Электронный ресурс - <http://www.srzau-ric.ru/izdatelskaia-deiatelnost/zhurnal/arhiv/>
4. Зайцев Б.С., Шалимов А.С., Применение комплекса РЕТОМ -71 для проверки сложных устройств и систем РЗА «Чебоксары, РИЦ «СРЗАУ», Журнал «Релейная защита и автоматизация» №4 (25) 2016, стр. 45-49. Электронный ресурс - <http://www.srzau-ric.ru/izdatelskaiadeiatelnost/zhurnal/arhiv/>
5. Барабанов Ю. А. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики распределительных сетей/ Ю.А. Барабанов. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015.-172 с. <https://www.rlocman.ru/book/book.html?di=278643>
6. Информационно-измерительная техника: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/8279.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/8279.pdf)
7. Советов Б. Я. Интеллектуальные системы и технологии: Учебник/ Б. Я. Советов. - М.: Академия, 2017.-192 с. [https://www.academia-moscow.ru/ftp\\_share/\\_books/fragments/fragment\\_21887.pdf](https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_21887.pdf)
8. Рожкова Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник/ Л. Д. Рожкова. - М.: Academia, 2017.-160 с. <https://booksee.org/book/584202>

### Дополнительная литература

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник/ Л. А. Бессонов.- Люберцы: Юрайт, 2016. – 701 с.  
<http://www.samomudr.ru/d/Bessonov%20L.A.%20Teoreticheskie%20osnovy%20elektrotexniki.%20Elektricheskie%20seri.%201996.pdf>
2. Шубарин В.А. Теоретические основы электротехники. Интернет-тестирование базовых знаний: учебное пособие/ В. А. Шубарин. - СПб: Лань П, 2016.-336 с. <https://b-ok.cc/book/2890863/9fe0f0>
3. Электротехника и электроника: иллюстрированное учебное пособие/ Под ред. Бутырина П.А.- М.: Academia, 2018.-892 с. <https://b-ok.cc/book/3226002/13b3ec>
4. Покотило С.А. Электротехника и электроника: учебное пособие/ С. А. Покотило. - РнД: Феникс, 2018.-283 с.
5. Ярочкина Г. В. Электротехника: Учебник/ Г. В. Ярочкина.-М.: Academia, 2019.- 507.  
<http://maloohtcollege.ru/wpcontent/uploads/2020/04/jarochkina.pdf>
6. Калашников В.И. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник/ В. И. Калашников. - М.: Academia, 2015.- 384 с. <http://kniga.seluk.ru/k-priborostroenie/1097521-1-vikalashnikov-svnefedov-elektronika-mikroprocessornaya-tehnika-uchebnik-pod-redakciey-professora-ranneva-dopuscheno.php>