

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)

«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»



УТВЕРЖДАЮ  
Начальник ММРК имени И.И. Месяцева  
ФГАОУ ВО «МГТУ»

И.В. Артеменко

«29» мая 2022 года



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

профессионального модуля: ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования  
электрических подстанций и сетей

код, наименование ПМ

программы подготовки специалиста среднего звена (ППССЗ)

специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

код, наименование специальности(ей)

по программе

базовой подготовки  
базовая/углубленная

Назначение: текущий контроль и промежуточная аттестация

Мурманск  
2022



**Рассмотрено и одобрено на заседании**  
**Методического объединения**  
**профессиональных дисциплин по**  
**специальностям 13.02.07 Электроснабжение**  
**(по отраслям) и 21.02.03 Сооружение**  
**и эксплуатация газонефтепроводов и**  
**газонефтехранилищ**  
наименование МКо (МО/ ЦК)

Председатель МКо (МО/ ЦК)  
Горшкевич Е.В.

Протокол от «29» мая 2022 г.

Автор (составитель) Яров В.Н., преподаватель высшей категории «ММРК имени И.И. Месяцева»  
ФГАОУ ВО «МГТУ»

---

Ф.И.О., ученая степень, звание, должность, квалиф. категория

## **1. Общие положения**

1.1. Фонд оценочных средств (ФОС) профессионального модуля ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ППССЗ обучающимися СПО.

1.2. В соответствии с требованиями ФГОС СПО (ФОС) предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям

соответствующей ППССЗ в форме текущего контроля результатов успеваемости и/или промежуточной аттестации.

1.3. ФОС разработан в соответствии с:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования (ФГОС) по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28 июля 2014г. № 834;
- Приказом Министерства образования и науки № 464 от 14.06.2013 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования» (в редакции Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации № 1580 от 15 января 2014 г. и № 31 от 22 января 2014 г.);
- Уставом ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»;
- Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО «МГТУ» по образовательным программам СПО;
- Положением о фонде оценочных средств по образовательным программам среднего профессионального образования ФГАОУ ВО «МГТУ»;
- рабочим учебным планом по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям);
- рабочей программой профессионального модуля ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей;
- методическими рекомендациями по выполнению практических (и/или) лабораторных работ по профессиональному модулю ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей;
- методическими рекомендациями по организации и контролю самостоятельной работы обучающихся по профессиональному модулю ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей.

## 2. Паспорт фонда оценочных средств профессионального модуля ПМ.02

### 2.1 ФОС позволяет оценивать ОК и ПК:

Код компетенции	Содержание компетенции
ОК 1.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 2.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 3.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие
ОК 4.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 6.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК 7.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 8.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 9.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ОК 11.	Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере
ПК 2.1.	Читать и составлять электрические схемы электрических подстанций и сетей
ПК 2.2.	Выполнять основные виды работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии
ПК 2.3.	Выполнять основные виды работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок, систем релейных защит и автоматизированных систем.
ПК 2.4.	Выполнять основные виды работ по обслуживанию воздушных и кабельных линий электроснабжения.
ПК 2.5.	Разрабатывать и оформлять технологическую и отчетную документацию.

### 2.2 ФОС позволяет оценивать освоение практического опыта:

П1 – составлении электрических схем устройств электрических подстанций и сетей;

П2 – модернизации схем электрических устройств подстанций;

П3 – технического обслуживания трансформаторов и преобразователей электрической энергии;

- П4 – обслуживании оборудования распределительных устройств электроустановок;
- П5 – эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи;
- П6 – применении инструкций и нормативных правил при составлении отчетов и разработке технологических документов;

### **2.3 ФОС позволяет оценивать освоение умений:**

- У1 – разрабатывать электрические схемы устройств электрических подстанций и сетей;
- У2 – вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств;
- У3 – обеспечивать выполнение работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;
- У4 – обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок;
- У5 – контролировать состояние воздушных и кабельных линий, организовывать и проводить работы по их техническому обслуживанию;
- У6 – использовать нормативную техническую документацию и инструкции;
- У7 – выполнять расчеты рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок и выбирать оборудование;
- У8 – оформлять отчеты о проделанной работе;

### **2.4 ФОС позволяет оценивать усвоение знаний:**

- З1 – устройство оборудования электроустановок;
- З2 – условные графические обозначения элементов электрических схем;
- З3 – логику построения схем, типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых установок;
- З4 – виды работ и технологию обслуживания трансформаторов и преобразователей;
- З5 – виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств;
- З6 – эксплуатационно-технические основы линий электропередачи, виды и технологии работ по их обслуживанию;
- З7 – основные положения правил технической эксплуатации электроустановок;
- З8 – виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения.

## 2.4 Кодификатор оценочных средств

Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в КОС
1	2	3	4
1.	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3.	Практическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Методические указания по практическим работам
4.	Самостоятельная работа	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной учебной темы.	Методические указания по самостоятельным работам
5.	Курсовой проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой	Отчёт по результатам выполнения курсового проекта

		обучающихся.	
6.	Дифференцированный зачет	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов МДК, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы и билеты к дифференцированному зачету
7.	Аттестационный лист по производственной практике	Оценочное средство, позволяющее оценить качество выполнения работ по производственной практике в рамках приобретения практического опыта в соответствии с технологией и требованиями организации, в которых проходила практика, содержащее сведения об уровне освоения обучающимся ПК.	Программа практики; Перечень тем индивидуальных заданий; дневник практики; Отчет по практике
8.	Характеристика на обучающегося по освоению ПК в период практики	Оценочное средство, позволяющее оценить качество освоения профессиональных компетенций в период практики	Характеристика на обучающегося от предприятия
9.	Квалификационный экзамен	Совокупность регламентированных процедур, посредством которых производится оценивание профессиональной квалификации или ее части (совокупности компетенций) обучающихся, завершивших освоение профессионального модуля, сформированной на основе модульно - компетентностного подхода.	Комплект контрольно-оценочных средств для промежуточной аттестации

**2.5** Распределение оценочных средств по элементам освоенных умений, усвоенных знаний и их использование в практической деятельности для контроля сформированности компетенций в рамках тем/разделов ПМ по видам аттестации

	Текущий контроль									Промежуточная аттестация	
	Компетенции	Результаты обучения									
		Освоенные умения:			Усвоенные знания				Практический опыт		
		У1	У2	У3	З1	З2	З3	З4	ПО 1		ПО 2
<b>МДК.02.01</b> <b>Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций</b>		3,9		1,2	1,2			7,8,9			
<b>Раздел 1.</b> <b>МДК.02.01</b> <b>Электрические схемы электрических подстанций</b>		3,9		1,2	1,2			7,8,9			
<b>Тема 1.1</b> Оборудование электрических трансформаторных подстанций		3,9		1,2				7,8,9			
<b>Тема 1.2</b> Оборудование распределительных подстанций и устройств		3,9			1,2			7,8,9			
<b>Тема 1.3</b> Электрические схемы подстанций		3,9		1,2	1,2			7,8,9			
<b>Раздел 2.</b> <b>МДК.02.01</b> <b>Обслуживание трансформаторов и</b>		3,9		3,9			1,2			7,8,9	

<b>преобразователь электрической энергии</b>										
<b>Тема 2.1.</b> Организация технического обслуживания электрооборудования подстанций		3,9					1,2			7,8,9
<b>Тема 2.2.</b> Техническое обслуживание оборудования трансформаторных подстанций		3,9		3,9			1,2			7,8,9
<b>Раздел 3.</b> <b>МДК.02.01</b> <b>Обслуживание оборудования распределительных устройств электроустановок</b>				3,9			1,2	1,2		7,8,9
<b>Тема 3.1.</b> Техническое обслуживание распределительных подстанций и устройств								1,2		7,8,9
<b>Раздел 4.</b> <b>МДК.02.01</b> <b>Технологическая и отчетная документация на подстанциях</b>				3,9			1,2			

<b>Тема 4.1.</b> Нормативная, техническая документация и инструкции				3,9			1,2		1,2		
<b>МДК.02.02</b> <b>Устройство и</b> <b>техническое</b> <b>обслуживание</b> <b>сетей</b> <b>электроснабжен</b> <b>ия</b>				3,9			1,2		1,2		
<b>Раздел 1.</b> <b>МДК.02.02</b> <b>Электрические</b> <b>схемы</b> <b>электрических</b> <b>сетей</b>				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 1.1.</b> Устройство и конструктивное исполнение электрических сетей				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 1.2.</b> Электрические схемы электрических сетей				3,9			1,2		1,2		
<b>Раздел 2.</b> <b>МДК.02.02</b> <b>Обслуживание</b> <b>воздушных и</b> <b>кабельных</b> <b>линий</b> <b>электроснабжен</b> <b>ия</b>				3,9			1,2		1,2		

<b>Тема 2.1</b> Техническое обслуживание воздушных линий электрообеспечения				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 2.2</b> Техническое обслуживание кабельных линий электрообеспечения				3,9			1,2		1,2		
<b>Раздел 3. МДК.02.02</b> <b>Разработка и оформление технологической и отчетной документации электрических сетей</b>				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 3.1</b> Нормативная, техническая документация и инструкции				3,9			1,2		1,2		
<b>МДК.02.03</b> <b>Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электрообеспечения</b>				3,9			1,2		1,2		

<b>Раздел 1. МДК.02.03 Основные понятия и виды релейных защит (РЗ)</b>				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 1.1</b> Назначение, функции, требования, предъявляемые к РЗ				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 1.2</b> Основные элементы РЗ				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 1.3</b> Токовые защиты				3,9			1,2		1,2		
<b>Раздел 2. МДК.02.03 Релейная защита отдельных элементов СЭС</b>				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 2.1</b> Релейная защита электрических сетей и оборудования				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 2.2</b> Расчет установок защит				3,9			1,2		1,2		
<b>Раздел 3. МДК.02.03 Противоаварийн ая автоматика СЭС</b>				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 3.1</b> Устройства				3,9			1,2		1,2		

автоматики в СЭС											
<b>Раздел 4. МДК.02.03 Защита СЭС от перенапряжений</b>				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 4.1</b> Перенапряжения и защита от перенапряжений				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 4.2</b> Молниезащита зданий и сооружений				3,9			1,2		1,2		
<b>Раздел 5. МДК.02.03 Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики</b>				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 5.1</b> Нормы приемосдаточных испытаний				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 5.2</b> Техническое обслуживание аппаратов управления, защиты и устройств автоматики				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 5.3</b> Автоматизированные системы управления				3,9			1,2		1,2		

<b>Раздел 6.</b> <b>МДК.02.03</b> <b>Техническое</b> <b>обслуживание</b> <b>автоматизирова</b> <b>нных систем</b> <b>управления</b>				3,9			1,2		1,2		
<b>Тема 6.1</b> <b>Обслуживание</b> <b>автоматизированн</b> <b>ых систем</b> <b>управления</b>				3,9			1,2		1,2		

### 3. Комплекты контрольно - оценочных средства по видам аттестации

<b>Оценочные средства</b>	<b>Комплекты контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта практической деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций</b>
Собеседование	Вопросы по темам/разделам дисциплины, критерии и шкала оценивания.
Тест	Фонд тестовых заданий, критерии и шкала оценивания.
Практическая работа	Методические указания по практическим работам, критерии и шкала оценивания.
Сообщение /Доклад	Темы докладов, сообщений, критерии и шкала оценивания.
	Методические указания по самостоятельным работам, критерии и шкала оценивания.
Сообщение /Доклад	Темы докладов, сообщений.

#### 3.2 Примерное наполнение КОС/КИМ для промежуточной аттестации

<b>Форма проведения</b>	<b>Комплекты контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта практической деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций</b>
Аттестационный лист по производственной практике	Образец аттестационного листа по практике (содержащий сведения об уровне освоения ПК).
Характеристика на обучающегося по освоению ПК в период практики	Образец характеристики на обучающихся по освоению ПК в период практик.
Квалификационный экзамен	Комплекты оценочных средств. Экзаменационная ведомость экзамена квалификационного по ПМ. Оценочные листы по экзамену квалификационному. Критерии и шкала оценивания.

**Комплект контрольно-оценочных средств  
для текущего контроля  
по профессиональному модулю  
ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования электрических  
подстанций и сетей**

**Перечень вопросов по разделам учебной дисциплины  
к устному опросу**

**МДК.02.01 Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций**

**Раздел 1. Главные схемы электрических подстанций и обзор подстанционного оборудования**

**Тема 1.1. Оборудование электрических трансформаторных подстанций**

1. Укажите назначение трансформаторных подстанций в системе электроснабжения потребителей.
2. Дайте определение энергосистемы.
3. Охарактеризуйте типы электрических подстанций с указанием их достоинств и недостатков.
4. Объясните необходимость повышения и понижения напряжения в ЛЭП при передаче и распределении электроэнергии.
5. Дайте определения электрическим схемам, применяемым в электроснабжении потребителей.

**Тема 1.4. Короткие замыкания в электрических системах**

1. Назовите причины возникновения и виды КЗ в системах переменного тока высокого напряжения.
2. Поясните, как возникает ударный ток КЗ. Поясните порядок его вычисления.
3. Объясните электрическое воздействие токов КЗ на электрооборудование подстанций.
4. Перечислите и поясните способы ограничения токов КЗ.
5. Объясните термическое действие токов КЗ на электрооборудование подстанций.
6. Поясните, как проверить аппаратуру подстанций и токоведущих частей по условиям термической стойкости к токам КЗ.
7. Поясните способы проверки аппаратуры подстанций и токоведущих частей по условиям электродинамической стойкости к токам КЗ.

**Тема 1.5. Силовые и измерительные трансформаторы**

1. Расшифруйте маркировку силового трансформатора ТДГН-16000/110-81У1.
2. Объясните назначение силовых трансформаторов в системе электроснабжения.
3. Перечислите основные элементы выемной (активной) части силового трансформатора и укажите их назначение.
4. Назовите основные элементы силового трансформатора, расположенные на крышке бака, и укажите их назначение.
5. Поясните, почему режим холостого хода очень опасен для измерительного трансформатора тока.
6. Начертите электрическую схему подключения катушек реле в схеме соединения вторичной обмотки трансформатора напряжения в «неполную звезду».

**Тема 1.6. Изоляторы и токоведущие части**

1. Перечислите типы изоляторов и охарактеризуйте места их применения.

2. Поясните, почему шины открытых РУ напряжением выше 10 кВ выполняются гибкими проводами.
3. Перечислите виды сечений жестких шин закрытых РУ.
4. Расшифруйте марку кабеля ААБГ-10 3 x120.
5. Укажите параметры, по которым выбираются и проверяются опорные изоляторы.
6. Перечислите покровы кабеля марки АСБ-10 и укажите назначение каждого из них.

### **Тема 1.7. Коммутационное и защитное оборудование распределительных устройств**

1. Объясните причины возникновения электрической дуги в коммутационных аппаратах.
2. Перечислите и поясните способы гашения электрической дуги в коммутационных аппаратах напряжением до 1000 В.
3. Поясните гашение электрической дуги в масляных выключателях.
4. Сравните способы гашения электрической дуги в вакуумных и элегазовых выключателях.
5. Объясните назначение высоковольтных выключателей и разъединителей.
6. Перечислите основную защитную аппаратуру напряжением до 1000 В и объясните принцип ее действия.
7. Укажите защитное оборудование электрических подстанций напряжением выше 1000 В.

### **Тема 1.8. Анализ и методы расчета технических характеристик основного подстанционного оборудования**

1. Дайте определение ОРУ и ЗРУ электрических подстанций.
2. Укажите назначение трансформаторов собственных нужд подстанций и перечислите основных потребителей собственных нужд.
3. Перечислите требования, предъявляемые к ЗРУ электрических подстанций.
4. Объясните устройство свинцово-кислотного аккумулятора и принцип его действия.
5. Укажите разницу между схемами подключения трансформаторов собственных нужд подстанций с постоянным и переменным оперативными токами.
6. Объясните принцип работы аккумуляторной батареи по методу «заряда-подзаряда».
7. Объясните назначение графиков нагрузок электроустановок и способ расчета мощности подстанции.

## **Раздел 2. Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций**

### **Тема 2.1. Виды работ и технология обслуживания трансформаторов и преобразователей**

1. Объясните, как организовать плановые работы в электроустановках.
2. Перечислите основные положения «кустового» метода обслуживания электроустановок.
3. Укажите основные требования к составлению графика круглосуточного дежурства работников электрохозяйства.
4. Объясните, по каким условиям устанавливаются сроки и виды оперативного обслуживания электроустановок.
5. Перечислите основные требования к оперативно-техническому персоналу.

### **Тема 2.2. Основные положения правил технической эксплуатации электроустановок**

1. Дайте определение наряда-допуска на работы в электроустановках.
2. Поясните, по каким признакам классифицируются средства защиты, работающие в электроустановках.
3. Перечислите категории работ в электроустановках.
4. Дайте определение основных средств защиты в электроустановках напряжением до 1000 В.
5. Перечислите организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.
6. Дайте определение основным и дополнительным защитным средствам в электроустановках.

7. Укажите различия по применению между оперативными, ремонтными и измерительными изолирующими штангами.
8. Объясните правила пользования указателями высокого напряжения на 35—110 кВ.
9. Поясните порядок установки переносных заземлений в электроустановках.
10. Поясните порядок испытаний диэлектрических перчаток.

### **Тема 2.3. Техническое обслуживание силовых трансформаторов и вспомогательного оборудования собственных нужд**

1. Перечислите основные документы, необходимые при приемке силового трансформатора в эксплуатацию.
2. Укажите все виды осмотров силового трансформатора.
3. Укажите, какой показатель указывает на степень старения масла.
4. Перечислите причины снижения стабильности качества масла.
5. Объясните назначение масла в трансформаторах и масляных выключателях.
6. Назовите способы очистки трансформаторного масла.
7. Дайте определение температуры вспышки трансформаторного масла.
8. Укажите способ определения наличия кислот и щелочей в трансформаторном масле.
9. Объясните, для какого масла проводится сокращенный его анализ.
10. Перечислите виды профилактических испытаний силового трансформатора.
11. Перечислите нормативные документы, в которых указываются виды, объемы, нормы и периодичность технического обслуживания электрооборудования электрических подстанций.
12. Укажите преимущества проведения технического обслуживания электрооборудования по его состоянию.
13. Приведите содержание осмотров электрооборудования электрических подстанций и порядок их проведения.
14. Перечислите виды электрооборудования электрических подстанций, при межремонтных испытаниях которых проводят испытания повышенным напряжением.
15. Объясните, что является основным показателем качества контакта и перечислите требования к качеству контактных соединений.
16. Поясните схему подключения мегомметра при измерении сопротивления изоляции подвижных направляющих частей высоковольтного выключателя.
17. Укажите, чем опасно одновременное отключение контактов высоковольтного выключателя.
18. Расскажите о мерах безопасности при выполнении профилактических испытаний электрооборудования электрических подстанций.
19. Опишите порядок определения повреждений пластин аккумуляторной батареи.
20. Объясните, каким образом проводят определение полярности концов первичной обмотки трансформатора тока.

### **МДК.02.02 Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения**

1. Дайте основные определения об электрических сетях.
2. Приведите классификацию электрических сетей.
3. Дайте определение категориям надежности электроприемников.
4. Перечислите и дайте определение основным показателям качества электроэнергии.
5. Дайте определение воздушной линии электропередачи и объясните её основные размеры.
6. Дайте определение кабельной линии электропередачи.
7. Перечислите и объясните способы прокладки кабельных линий.
8. Объясните конструкцию и область применения токопроводов и шинпроводов.

9. Приведите классификацию и способы прокладки электропроводок.
10. Расскажите о задачах и методах расчета электрических сетей.
11. Расскажите о формировании графиков электрических нагрузок и что они показывают.
12. Дайте определение основным коэффициентам, характеризующим графики нагрузки,
13. Расскажите о методах расчета силовых нагрузок.
14. Расскажите о расчете электрических сетей по потере напряжения.
15. Дайте определение средних и максимальных нагрузок и расскажите о методах определения расчетных нагрузок.
16. Дайте определение и характеристику различным схемам электроснабжения.
17. Приведите классификацию подстанций и дайте характеристику каждому типу подстанций.
18. Расскажите о выборе и размещении ТП и РП.
19. Изобразите схему замещения линии и приведите формулы для расчета параметров схемы замещения.
20. Изобразите схему замещения трансформаторов и автотрансформаторов и приведите формулы для расчета параметров схемы замещения.
21. Расскажите, для чего и как производятся технико-экономические расчеты.
22. Расскажите о причинах и методах компенсации реактивной мощности.
23. Расскажите о способах компенсации реактивной мощности.
24. Расскажите о средствах компенсации реактивной мощности.
25. Объясните расчет мощности компенсирующего устройства.
26. Расскажите о источниках света.
27. Перечислите основные методы расчета осветительной установки.
28. Расскажите о расчете однофазных нагрузок.
29. Каким образом определяется величина пиковых нагрузок.
30. Расскажите, как осуществляется испытание изоляции высоковольтного оборудования.
31. Дайте определение воздушной линии электропередачи и объясните её устройство.
32. Расскажите о технологии монтажа воздушных линий электропередачи.
33. Перечислите мероприятия, проводимые при обслуживании воздушных линий электропередачи.
34. Расскажите о том, как происходит приемка воздушных линий в эксплуатацию.
35. Расскажите устройство кабельных линий.
36. Перечислите способы и условия прокладки кабельных линий.
37. Перечислите мероприятия и сроки проведения обслуживания кабельных линий.
38. Перечислите методы определения мест повреждения кабелей.
39. Расскажите, каким образом происходит приемка кабелей в эксплуатацию.
40. Перечислите меры безопасности при монтаже воздушных линий электропередачи.
41. Перечислите меры безопасности при прокладке кабеля.

### Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично	обучающийся обнаруживает систематическое и глубокое знание программного материала по дисциплине, умеет свободно ориентироваться в вопросе. Ответ полный и правильный на основании изученного материала. Выдвинутые положения аргументированы и иллюстрированы примерами. Материал изложен в определенной логической последовательности, осознанно, литературным языком, с использованием современных научных терминов; ответ самостоятельный. Обучающийся уверенно отвечает на дополнительные вопросы.
Хорошо	обучающийся обнаруживает полное знание учебного материала, демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине. Ответ полный и правильный, подтвержден примерами; но их обоснование не аргументировано, отсутствует собственная точка зрения. Материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены 2-3 несущественные погрешности, исправленные по требованию экзаменатора. Обучающийся испытывает незначительные трудности в ответах на дополнительные вопросы. Материал изложен осознанно, самостоятельно, с использованием современных научных терминов, литературным языком.
Удовлетворительно	обучающийся обнаруживает знание основного программного материала по дисциплине, но допускает погрешности в ответе. Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены правильно, но обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; ответ носит преимущественно описательный характер. Обучающийся испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы. Научная терминология используется недостаточно.
Неудовлетворительно	выставляется обучающийся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине. При ответе обнаружено непонимание обучающимся основного содержания теоретического материала или допущен ряд существенных ошибок, которые обучающийся не может исправить при наводящих вопросах экзаменатора, затрудняется в ответах на вопросы. Обучающийся подменил научное обоснование проблем рассуждением бытового плана. Ответ носит поверхностный характер; наблюдаются неточности в использовании научной терминологии.

# Тестирование

## Перечень тестовых заданий

### Вариант 1

#### 1. Задания закрытого типа:

*Выберите один правильный ответ (правильный ответ оценивается в 21 балл)*

1. Промышленное предприятие, вырабатывающее электроэнергию и обеспечивающее её передачу потребителям по электрической сети
  - 1) электроустановка;
  - 2) электростанция;
  - 3) подстанция;
  - 4) электрическая сеть;
2. Коммутационный аппарат, предназначенный для проведения тока в нормальных режимах и для автоматического отключения при перегрузках и токах КЗ, чрезмерных понижениях напряжения
  - 1) магнитный пускатель;
  - 2) автоматический выключатель;
  - 3) рубильник;
  - 4) плавкий предохранитель;
3. Устройство, предназначенное для преобразования электрической энергии в механическую энергию
  - 1) трансформатор
  - 2) электрический двигатель
  - 3) генератор
  - 4) измерительный трансформатор;
4. Аппараты коммутации выше 1 кВ
  - 1) силовой трансформатор, выключатель, генератор;
  - 2) переключатель, рубильник, предохранитель, автоматический выключатель, контактор;
  - 3) разъединитель, короткозамыкатель, отделитель, выключатель нагрузки, предохранитель.

#### 2. Задания на установление соответствия:

*Установите соответствие (правильный ответ оценивается в 4 балла)*

5. Установите соответствие между элементами сети напряжением до 1000 В и их конструктивным исполнением:

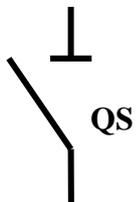
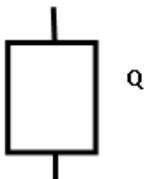
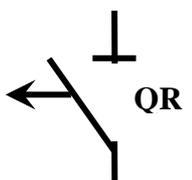
Элементы сети	Конструктивное исполнение
1. Шинопроводы	А. в кабельных сооружениях
2. Электропроводки	Б. скрытые, внутри зданий
3. Кабельные линии	В. неизолированные провода
4. Воздушные линии	Г. троллейные

6. Установите соответствие названия технического термина и его смысла:

Смысл термина	Название термина
1. Преднамеренное электрическое соединение с заземляющим устройством какой-либо части электроустановки	А. заземлитель
2. Проводник или группа электрически соединенных между собой проводников, располагаемых в земле или имеющих назначение создать электрическое соединение	Б. заземляющий проводник
3. Совокупность заземлителя и заземляющих проводников	В. заземляющее устройство
4. Проводник, соединяющий заземляемые части аппаратуры с заземлителем	Г. заземление



6. Установите соответствие между коммутирующим элементом и его условным графическим обозначением:

Коммутирующий элемент	Условное графическое обозначение
1. отделитель	А. 
2. короткозамыкатель	Б. 
3. разъединитель	В. 
4. масляный выключатель	Г. 

**Решите задачу: (правильное решение оценивается в 10 баллов)**

7. Определите мощность трансформатора цеховой трансформаторной подстанции по следующим исходным данным:  $P_p=250$  кВт,  $Q_p=270$  кВАр, категория электроприемников цеха по степени надежности – третья.

#### ЭТАЛОН ОТВЕТОВ

№ задания	Правильный ответ
1.	4
2.	4
3.	4
4.	1
5.	1-Г 2-Б 3-А 4-В
6.	1-Г 2-А 3-Б 4-В
7.	400 кВт·А

### Вариант 3

#### 1.Задания закрытого типа:

*Выберите один правильный ответ (правильный ответ оценивается в 2 балл)*

1. Электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электроэнергии
  - 1) электроустановка;
  - 2) электростанция;
  - 3) подстанция;
  - 4) электрическая сеть
  
2. Коммутационный аппарат, предназначенный для дистанционного пуска, останова и защиты электродвигателя
  - 1) магнитный пускатель;
  - 2) автоматический выключатель;
  - 3) рубильник;
  - 4) плавкий предохранитель;
  
3. Устройство, предназначенное для преобразования механической энергии в электрическую энергию
  - 1) трансформатор;
  - 2) электрический двигатель;
  - 3) генератор;
  - 4) измерительный трансформатор;
  
4. Электрический аппарат, предназначенный для создания искусственного к.з. на питающей линии при повреждениях на подстанции с целью отключения головного выключателя в начале питающей линии
  - 1) отделитель;
  - 2) короткозамыкатель;
  - 3) разъединитель;

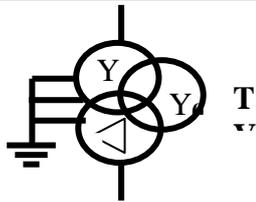
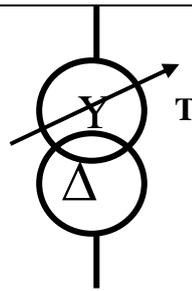
#### 2.Задания на установление соответствия:

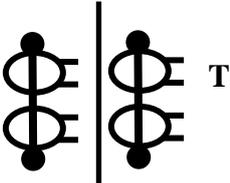
*Установите соответствие (правильный ответ оценивается в 4 балла)*

5. Установите соответствие между аппаратами управления и защиты до 1000 В и их конструктивным исполнением:

Аппараты управления и защиты	Конструктивное исполнение
1. Предохранитель	А. толкатель
2. Магнитный пускатель	Б. якорь
3. Кнопка управления	В. расцепитель
4. Автоматический выключатель	Г. плавкая вставка

6. Установите соответствие между электрическим устройством и его условно-графическим изображением:

Наименование колонки	Условно-графическое изображение
1. предохранитель	А. 
2. трансформатор тока	Б. 

3. трансформатор напряжения	В. 
4. двухобмоточный трансформатор с РПН	Г. 

**Решите задачу: (правильное решение оценивается в 10 баллов)**

7. Определите число электродов заземления подстанции 10/0,4 кВ. На стороне 10 кВ нейтраль изолирована, на стороне 0,4 кВ глухозаземлена. Удельное сопротивление грунта  $0,7 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ . Размещение заземлителей принять в ряд с расстоянием между ними 5 м,  $\eta = 0,68$ .

#### ЭТАЛОН ОТВЕТОВ

№ задания	Правильный ответ
1.	3
2.	1
3.	3
4.	2
5.	1-Г 2-Б 3-А 4-В
6.	1-В 2-Г 3-А 4-Б
7.	6 шт.

### Бланк ответов на вопросы

Отделение	Группа	Ф.И.О. обучающегося	Подпись обучающегося

Вариант № \_\_\_\_\_

№ вопроса	Ответ:
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
20.	
21.	
22.	
23.	
24.	
25.	

### Критерии оценивания

Количество правильных ответов, в баллах	Процент правильных ответов	Оценка
23-26	90% - 100%	Отлично
18-22	70% - 89%	хорошо
13-17	50% - 69%	удовлетворительно
12 и менее	49% и менее	неудовлетворительно

## Перечень тестовых заданий

### ВАРИАНТ 1

№ п/п	Тестовое задание	Кол-во баллов										
	Инструкция к заданиям №№ 1-4: из предложенных вариантов выберите букву правильного ответа											
1.	Текст задания <b>Промышленное предприятие, вырабатывающее электроэнергию и обеспечивающее её передачу потребителям по электрической сети</b> 1) электроустановка 2) электростанция 3) подстанция 4) электрическая сеть	1										
2.	Текст задания <b>Коммутационный аппарат, предназначенный для проведения тока в нормальных режимах и для автоматического отключения при перегрузках и токах КЗ, чрезмерных понижениях напряжения</b> 1) магнитный пускатель 2) автоматический выключатель 3) рубильник 4) плавкий предохранитель	1										
3.	Текст задания <b>Устройство, предназначенное для преобразования электрической энергии в механическую энергию</b> 1) трансформатор 2) электрический двигатель 3) генератор 4) измерительный трансформатор	1										
4.	Текст задания <b>Аппараты коммутации выше 1 кВ</b> 1) силовой трансформатор, выключатель, генератор; 2) переключатель, рубильник, предохранитель, автоматический выключатель, контактор; 3) разъединитель, короткозамыкатель, отделитель, выключатель нагрузки, предохранитель.	1										
	Инструкция к заданиям №№ 5,6: установите соответствие между элементами первой и второй колонки Критерии выполнения задания № ...: - задание выполнено правильно – 2 балла; - допущена одна ошибка – 1 балл; - задание выполнено неправильно – 0 баллов.											
5.	Текст задания Установите соответствие между элементами сети напряжением до 1000 В и их конструктивным исполнением: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Наименование колонки</th> <th style="text-align: center;">Наименование колонки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1. Шинопроводы</td> <td style="text-align: center;">А. в кабельных сооружениях</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2. Электропроводки</td> <td style="text-align: center;">Б. скрытые, внутри зданий</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3. Кабельные линии</td> <td style="text-align: center;">В. неизолированные провода</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4. Воздушные линии</td> <td style="text-align: center;">Г. троллейные</td> </tr> </tbody> </table>	Наименование колонки	Наименование колонки	1. Шинопроводы	А. в кабельных сооружениях	2. Электропроводки	Б. скрытые, внутри зданий	3. Кабельные линии	В. неизолированные провода	4. Воздушные линии	Г. троллейные	2
Наименование колонки	Наименование колонки											
1. Шинопроводы	А. в кабельных сооружениях											
2. Электропроводки	Б. скрытые, внутри зданий											
3. Кабельные линии	В. неизолированные провода											
4. Воздушные линии	Г. троллейные											
6.	Установите соответствие	2										

	Наименование колонки	Наименование колонки									
	1. Преднамеренное электрическое соединение с заземляющим устройством какой-либо части электроустановки	А. заземлитель									
	2. Проводник или группа электрически соединенных между собой проводников, располагаемых в земле или имеющих назначение создать электрическое соединение	Б. заземляющий проводник									
	3. Совокупность заземлителя и заземляющих проводников	В. заземляющее устройство									
	4. Проводник, соединяющий заземляемые части аппаратуры с заземлителем	Г. заземление									
	<p>Инструкция к заданиям №№ 7, 8: дополните ответ</p> <p>Критерии выполнения задания № ...:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задание выполнено правильно, в полном объеме – 3 балла;</li> <li>- задание выполнено правильно, но не в полном объеме – 2 балла;</li> <li>- задание выполнено частично правильно (или допущена одна ошибка) – 1 балл;</li> <li>- задание выполнено неправильно – 0 баллов.</li> </ul>										
7.	<p>Дополните схему классификации трансформаторной подстанции</p> <pre> graph TD     A[Трансформаторные подстанции] --&gt; B[По назначению]     A --&gt; C[Понижающие]     C --&gt; D[По району обслуживания]     C --&gt; E[Местные]     E --&gt; F[По уровню вторичного напряжения]     E --&gt; G[Выше 1 кВ]     G --&gt; H[Проходные]     G --&gt; I[По способу присоединения к питающей сети]     I --&gt; J[ ]     I --&gt; K[Концевые (тупиковые)]   </pre>		3								
8.	<p>Дополните условно-графические изображения</p> <table border="1" data-bbox="271 1534 941 2027"> <tr> <td data-bbox="271 1534 710 1646">Трансформатор тока</td> <td data-bbox="710 1534 941 1646"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="271 1646 710 1780">Трансформатор тока нулевой последовательности</td> <td data-bbox="710 1646 941 1780"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="271 1780 710 1926">Трансформатор напряжения однофазный двухобмоточный</td> <td data-bbox="710 1780 941 1926"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="271 1926 710 2027">Трансформатор напряжения трехфазный</td> <td data-bbox="710 1926 941 2027"></td> </tr> </table>		Трансформатор тока		Трансформатор тока нулевой последовательности		Трансформатор напряжения однофазный двухобмоточный		Трансформатор напряжения трехфазный		3
Трансформатор тока											
Трансформатор тока нулевой последовательности											
Трансформатор напряжения однофазный двухобмоточный											
Трансформатор напряжения трехфазный											

Инструкция к заданиям №№ 9, 10: решите задачи

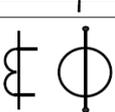
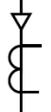
Критерии выполнения задания № ...:

- задание выполнено правильно, в полном объеме – 3 балла;
- задание выполнено правильно, но не в полном объеме – 2 балла;
- задание выполнено частично правильно (или допущена одна ошибка) – 1 балл;
- задание выполнено неправильно – 0 баллов.

9.	<p>Определите величину напряжения прикосновения к корпусу заземленной установки при фазном напряжении 220 В, сопротивлении растеканию заземлителя 6 Ом и сопротивлении нейтрали 4 Ом.</p>	3
10.	<p>Рассчитать установившийся ток трехфазного к.з. и ударный ток в точке К расчетной схемы, приведенной на рис. а. На схеме показан трансформатор типа ТМ-100/10 и кабель марки ААГ+3Ч95+1Ч35, нанесены все их параметры, необходимые для расчета активных и индуктивных сопротивлений элементов в цепи к.з. Схема замещения приведена на рис. б.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>a</i></p> <p> <math>S_{\text{ном.т}} = 100 \text{ кВ}\cdot\text{А}</math>  <math>\Delta P_{\text{к}} = 1,97 \text{ кВт}</math>  <math>U_{\text{к}} = 4,5 \%</math>  <math>q_{\text{каб}} = 95 \text{ мм}^2</math>  <math>X_0 = 0,07 \text{ мОм/м}</math>  <math>l_{\text{каб}} = 50 \text{ м}</math> </p> <p> <math>U_{\text{ср}}, \text{ В}</math>  <math>K</math> </p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>б</i></p> <p> <math>X_{\text{т}} = 65 \text{ мОм/м}</math>  <math>R_{\text{т}} = 31,5 \text{ мОм/м}</math>  <math>X_{\text{каб}} = 3,5 \text{ мОм/м}</math>  <math>R_{\text{каб}} = 16,5 \text{ мОм/м}</math>  <math>K</math> </p> </div> </div>	3

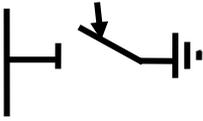
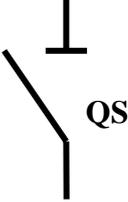
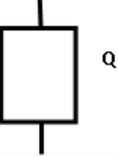
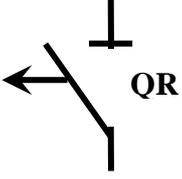
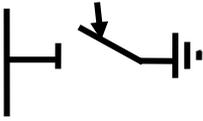
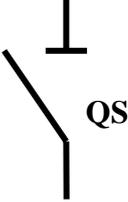
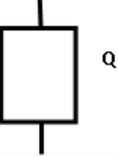
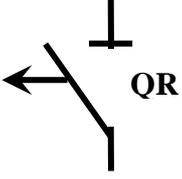
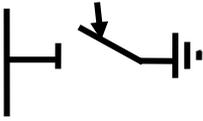
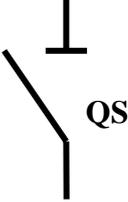
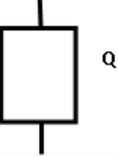
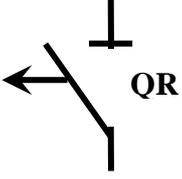
### ЭТАЛОН ОТВЕТОВ

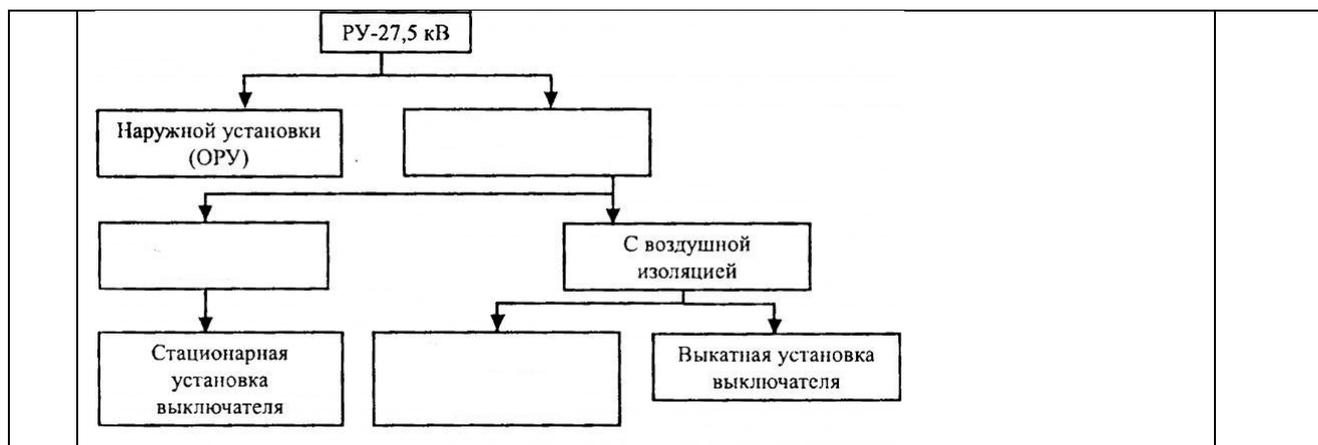
№ задания	Правильный ответ	Ссылка на литературу
1.	2	[2]
2.	2	[2]
3.	2	[2]
4.	3	[2]
5.	1-Г 2-Б 3-А 4-В	[2]
6.	1-Г 2-А 3-В 4-Б	[1]
7.	Районные, повышающие, ответвительные (отпаечные), до 1 кВ, узловые	[3]

8.	Трансформатор тока		[1]
	Трансформатор тока нулевой последовательности		
	Трансформатор напряжения однофазный двухобмоточный		
	Трансформатор напряжения трехфазный		
9.	132 В		[1]
10.	2,72 А, 4,32 А		[2]

### ВАРИАНТ 2

№ п/п	Тестовое задание	Кол-во баллов
Инструкция к заданиям №№ 1-4: из предложенных вариантов выберите букву правильного ответа		
1.	Текст задания <b>Совокупность воздушных и кабельных ЛЭП и подстанций, работающих на определенной территории</b> 1) электроустановка 2) электростанция 3) подстанция 4) электрическая сеть	1
2.	Текст задания <b>Коммутационный аппарат, предназначенный для выявления и однократного отключения электрической цепи при коротких замыканиях и перегрузке</b> 1) магнитный пускатель 2) автоматический выключатель 3) рубильник 4) плавкий предохранитель	1
3.	Текст задания <b>Устройство, предназначенное для преобразования значений тока и напряжения до значений, наиболее удобных для измерительных приборов</b> 1) трансформатор 2) электрический двигатель 3) генератор 4) измерительный трансформатор	1
4.	Текст задания <b>Электрический аппарат, предназначенный для отделения поврежденной подстанции, если головной выключатель сработал при к.з. и находится в</b>	1

	<b>безтоковой паузе (АПВ)</b> 1) отделитель; 2) короткозамыкатель; 3) разъединитель.											
Инструкция к заданиям №№ 5,6: установите соответствие между элементами первой и второй колонки Критерии выполнения задания № ... : - задание выполнено правильно – 2 балла; - допущена одна ошибка – 1 балл; - задание выполнено неправильно – 0 баллов.												
5.	Текст задания Установите соответствие между конструктивными элементами электростанций и типом электростанций, которым они принадлежат: <table border="1" data-bbox="256 629 1366 824"> <thead> <tr> <th>Наименование колонки</th> <th>Наименование колонки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Ядерный реактор</td> <td>А. ТЭС</td> </tr> <tr> <td>2. Нижний бьеф</td> <td>Б. ГЭС</td> </tr> <tr> <td>3. Котлоагрегат</td> <td>В. ТЭЦ</td> </tr> <tr> <td>4. Деаэратор</td> <td>Г. АЭС</td> </tr> </tbody> </table>	Наименование колонки	Наименование колонки	1. Ядерный реактор	А. ТЭС	2. Нижний бьеф	Б. ГЭС	3. Котлоагрегат	В. ТЭЦ	4. Деаэратор	Г. АЭС	2
Наименование колонки	Наименование колонки											
1. Ядерный реактор	А. ТЭС											
2. Нижний бьеф	Б. ГЭС											
3. Котлоагрегат	В. ТЭЦ											
4. Деаэратор	Г. АЭС											
6.	Установите соответствие <table border="1" data-bbox="256 860 1366 1731"> <thead> <tr> <th>Наименование колонки</th> <th>Наименование колонки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. отделитель</td> <td>А. </td> </tr> <tr> <td>2. короткозамыкатель</td> <td>Б. </td> </tr> <tr> <td>3. разъединитель</td> <td>В. </td> </tr> <tr> <td>4. масляный выключатель</td> <td>Г. </td> </tr> </tbody> </table>	Наименование колонки	Наименование колонки	1. отделитель	А. 	2. короткозамыкатель	Б. 	3. разъединитель	В. 	4. масляный выключатель	Г. 	2
Наименование колонки	Наименование колонки											
1. отделитель	А. 											
2. короткозамыкатель	Б. 											
3. разъединитель	В. 											
4. масляный выключатель	Г. 											
Инструкция к заданиям №№ 7, 8: дополните ответ Критерии выполнения задания № ... : - задание выполнено правильно, в полном объеме – 3 балла; - задание выполнено правильно, но не в полном объеме – 2 балла; - задание выполнено частично правильно (или допущена одна ошибка) – 1 балл; - задание выполнено неправильно – 0 баллов.												
7.	Дополните схему распределительного устройства 27,5 кВ	3										



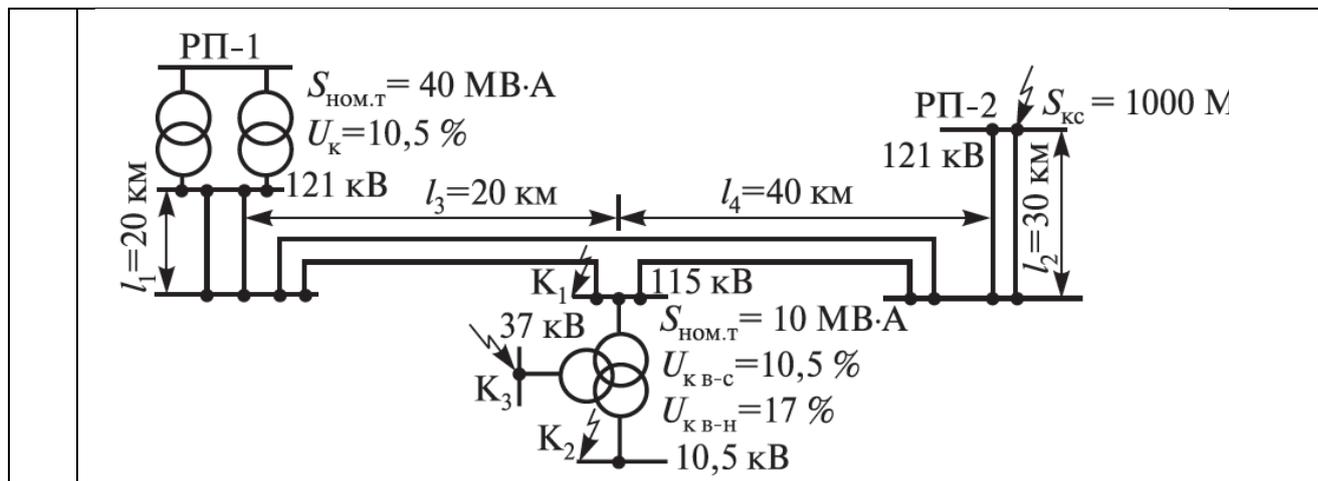
8.	Дополните условно-графические изображения <table border="1" style="width: 100%; height: 200px;"> <tr> <td style="width: 40%; text-align: center; vertical-align: middle;">Разъединитель</td> <td style="width: 60%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Выключатель нагрузки</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Короткозамыкатель</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Отделитель одностороннего действия</td> <td></td> </tr> </table>	Разъединитель		Выключатель нагрузки		Короткозамыкатель		Отделитель одностороннего действия		3
Разъединитель										
Выключатель нагрузки										
Короткозамыкатель										
Отделитель одностороннего действия										

Инструкция к заданиям №№ 9, 10: решите задачи

Критерии выполнения задания № ...:

- задание выполнено правильно, в полном объеме – 3 балла;
- задание выполнено правильно, но не в полном объеме – 2 балла;
- задание выполнено частично правильно (или допущена одна ошибка) – 1 балл;
- задание выполнено неправильно – 0 баллов.

9.	Определите мощность трансформатора цеховой Трансформаторной подстанции по следующим исходным данным $P_p = 250$ кВт, $Q_p = 270$ кВАр, категория электроприемников цеха по степени надежности – третья.	3
10	Определить относительные результирующие сопротивления $X_{бк1}^*$ , $X_{бк2}^*$ и $X_{бк3}^*$ до точек К1, К2 и К3 расчетной схемы на рисунке ниже, на которой указаны все необходимые расчетные величины. Активные сопротивления не учитывать, так как они значительно меньше индуктивных. Номинальные напряжения всех элементов считать равными средним напряжениям соответствующих ступеней, указанным на расчетной схеме.	3



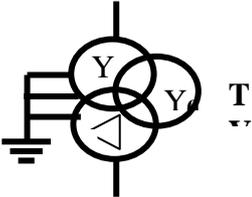
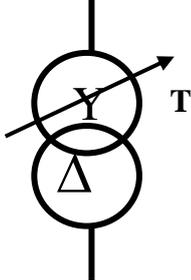
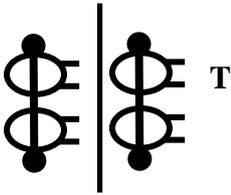
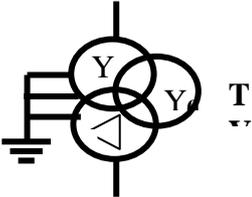
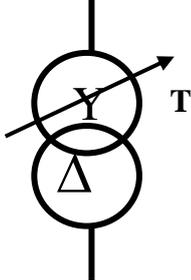
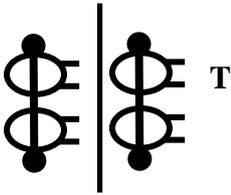
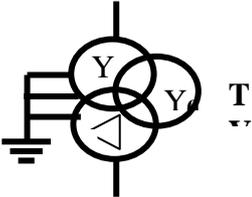
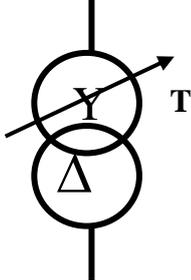
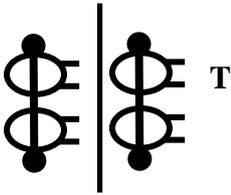
### ЭТАЛОН ОТВЕТОВ

№ задания	Правильный ответ	Ссылка на литературу
1.	4	[2]
2.	4	[2]
3.	4	[2]
4.	1	[2]
5.	1-Г 2-Б 3-А 4-В	[2]
6.	1-Г 2-А 3-Б 4-В	[1]
7.		[3]

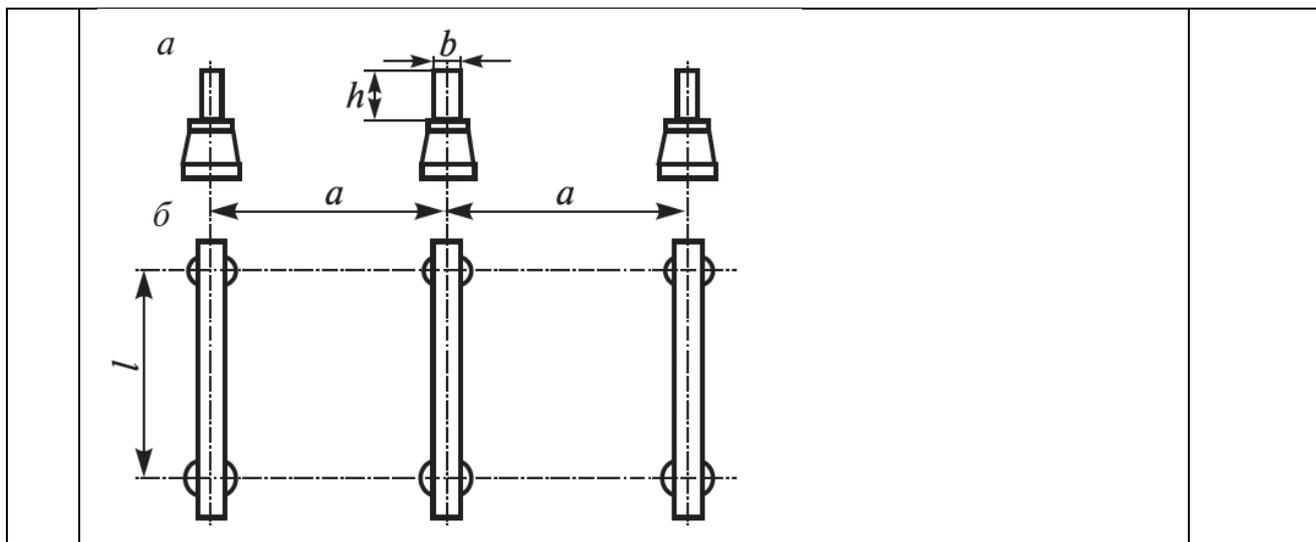
8.	Разъединитель		[1]
	Выключатель нагрузки		
	Короткозамыкатель		
	Отделитель одностороннего действия		
9.	400 кВ·А		[2]
10.	0,12; 1,82; 1,17		[2]

### ВАРИАНТ 3

№ п/п	Тестовое задание	Кол-во баллов
Инструкция к заданиям №№ 1-4: из предложенных вариантов выберите букву правильного ответа		
1.	Текст задания <b>Электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электроэнергии</b> 1) электроустановка 2) электростанция 3) подстанция 4) электрическая сеть	1
2.	Текст задания <b>Коммутационный аппарат, предназначенный для дистанционного пуска, останова и защиты электродвигателя</b> 1) магнитный пускатель 2) автоматический выключатель 3) рубильник 4) плавкий предохранитель	1
3.	Текст задания <b>Устройство, предназначенное для преобразования механической энергии в электрическую энергию</b> 1) трансформатор 2) электрический двигатель 3) генератор 4) измерительный трансформатор	1
4.	Текст задания <b>Электрический аппарат, предназначенный для создания искусственного к.з. на питающей линии при повреждениях на подстанции с целью отключения головного выключателя в начале питающей линии</b> 1) отделитель;	1

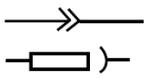
	2) короткозамыкатель; 3) разъединитель.											
Инструкция к заданиям №№ 5,6: установите соответствие между элементами первой и второй колонки Критерии выполнения задания № ...: - задание выполнено правильно – 2 балла; - допущена одна ошибка – 1 балл; - задание выполнено неправильно – 0 баллов.												
5.	Текст задания Установите соответствие между аппаратами управления и защиты до 1000 В и их конструктивным исполнением: <table border="1" data-bbox="263 555 1342 748"> <thead> <tr> <th>Наименование колонки</th> <th>Наименование колонки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Предохранитель</td> <td>А. толкатель</td> </tr> <tr> <td>2. Магнитный пускатель</td> <td>Б. якорь</td> </tr> <tr> <td>3. Кнопка управления</td> <td>В. расцепитель</td> </tr> <tr> <td>4. Автоматический выключатель</td> <td>Г. плавкая вставка</td> </tr> </tbody> </table>	Наименование колонки	Наименование колонки	1. Предохранитель	А. толкатель	2. Магнитный пускатель	Б. якорь	3. Кнопка управления	В. расцепитель	4. Автоматический выключатель	Г. плавкая вставка	2
Наименование колонки	Наименование колонки											
1. Предохранитель	А. толкатель											
2. Магнитный пускатель	Б. якорь											
3. Кнопка управления	В. расцепитель											
4. Автоматический выключатель	Г. плавкая вставка											
6.	Текст задания Установите соответствие с условно-графическим изображением <table border="1" data-bbox="263 824 1342 1823"> <thead> <tr> <th>Наименование колонки</th> <th>Наименование колонки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. предохранитель</td> <td>А. </td> </tr> <tr> <td>2. трансформатор тока</td> <td>Б. </td> </tr> <tr> <td>3. трансформатор напряжения</td> <td>В. </td> </tr> <tr> <td>4. двухобмоточный трансформатор с РПН</td> <td>Г. </td> </tr> </tbody> </table>	Наименование колонки	Наименование колонки	1. предохранитель	А. 	2. трансформатор тока	Б. 	3. трансформатор напряжения	В. 	4. двухобмоточный трансформатор с РПН	Г. 	2
Наименование колонки	Наименование колонки											
1. предохранитель	А. 											
2. трансформатор тока	Б. 											
3. трансформатор напряжения	В. 											
4. двухобмоточный трансформатор с РПН	Г. 											
Инструкция к заданиям №№ 7, 8: дополните ответ Критерии выполнения задания № ...: - задание выполнено правильно, в полном объеме – 3 балла; - задание выполнено правильно, но не в полном объеме – 2 балла; - задание выполнено частично правильно (или допущена одна ошибка) – 1 балл; - задание выполнено неправильно – 0 баллов.												

7.	<p>Дополните схему классификацию трансформаторов</p> <p style="text-align: center;"><b>Классификация трансформаторов</b></p>	3								
8.	<p>Дополните таблицу, и дорисуйте графическое изображение</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Кабель</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Соединение контактное разъемное</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Перемычка коммутационная</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Катушка индуктивности</td> <td></td> </tr> </table>	Кабель		Соединение контактное разъемное		Перемычка коммутационная		Катушка индуктивности		3
Кабель										
Соединение контактное разъемное										
Перемычка коммутационная										
Катушка индуктивности										
<p>Инструкция к заданиям №№ 9, 10: решите задачи Критерии выполнения задания № ...:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задание выполнено правильно, в полном объеме – 3 балла;</li> <li>- задание выполнено правильно, но не в полном объеме – 2 балла;</li> <li>- задание выполнено частично правильно (или допущена одна ошибка) – 1 балл;</li> <li>- задание выполнено неправильно – 0 баллов.</li> </ul>										
9.	<p>Определите число электродов заземления подстанции 10/0,4 кВ. На стороне 10 кВ нейтраль изолирована, на стороне 0,4 кВ глухозаземлена. Удельное сопротивление грунта <math>0,7 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}</math>. Размещение заземлителей принять в ряд с расстоянием между ними 5 м, <math>\eta = 0,68</math>.</p>	3								
10.	<p>Проверить шины, закрепленные на опорных изоляторах (см. рис.) на электродинамическую стойкость. Тип шин А_30 x 4 (алюминиевые, <math>h = 30 \text{ мм}</math>, <math>b = 4 \text{ мм}</math>). Расстояние между опорными изоляторами <math>l = 1 \text{ м}</math>. Расстояние между фазами <math>a = 0,25 \text{ м}</math>. Ударный ток <math>i_v = 10 \text{ кА}</math>.</p>	3								



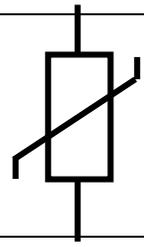
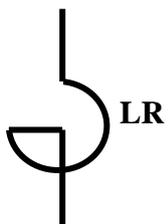
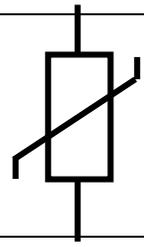
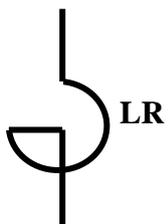
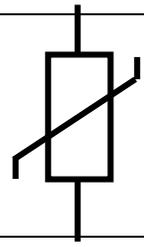
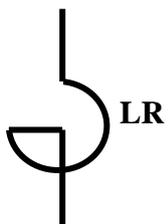
### ЭТАЛОН ОТВЕТОВ

№ задания	Правильный ответ
1.	3
2.	1
3.	3
4.	2
5.	1-Г 2-Б 3-А 4-В
6.	1-В 2-Г 3-А 4-Б
7.	<p style="text-align: center;"><b>Классификация трансформаторов</b></p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Силловые трансформаторы</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100px;">По числу фаз</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- однофазные</li> <li>- трехфазные</li> </ul> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100px;">По числу обмоток</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- двух</li> <li>- трех</li> <li>- многообмоточные</li> </ul> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px;">По регулированию напряжения</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- с РПН (устройство регулирования под нагрузкой)</li> <li>- автоматическое РПН</li> <li>- с ПБВ (переключение без возбуждения)</li> </ul> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px;">По виду системы охлаждения</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- М (естественная циркуляция воздуха и масла)</li> <li>- Д (принудительная циркуляция воздуха и естественная циркуляция масла)</li> <li>- МЦ (естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла)</li> <li>- ДЦ (принудительная циркуляция воздуха и масла)</li> <li>- Ц (принудительная циркуляция воды и масла)</li> </ul> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px;">По виду охлаждающей среды</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сухие</li> <li>- масляные</li> </ul> </div> </div>

8.	Кабель	
	Соединение контактное разъемное	
	Перемычка коммутационная	
	Катушка индуктивности	
9.	6 шт.	
10.	80 МПа	

ВАРИАНТ 4

№ п/п	Тестовое задание	Кол-во баллов
Инструкция к заданиям №№ 1-4: из предложенных вариантов выберите букву правильного ответа		
1.	Текст задания <b>Неавтоматический выключатель с ручным приводом</b> 1) магнитный пускатель 2) автоматический выключатель 3) рубильник 4) плавкий предохранитель	1
2.	Текст задания <b>Устройство, предназначенное для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения при неизменной частоте</b> 1) трансформатор 2) электрический двигатель 3) генератор 4) измерительный трансформатор	1
3.	Текст задания <b>Трансформатор, служит для преобразования тока до значения, удобного для измерения и для включения амперметров и токовых обмоток измерительных приборов</b> 1) силовой трансформатор; 2) трансформатор тока; 3) трансформатор напряжения.	1
4.	Текст задания <b>Электрический аппарат, предназначенный для отключения и включения электрической цепи без тока или с незначительным током, который для обеспечения безопасности имеет между контактами в отключенном положении изоляционный промежуток</b> 1) отделитель; 2) короткозамыкатель; 3) разъединитель.	1
Инструкция к заданиям №№ 5,6: установите соответствие между элементами первой и второй колонки Критерии выполнения задания № ...: - задание выполнено правильно – 2 балла;		

- допущена одна ошибка – 1 балл; - задание выполнено неправильно – 0 баллов.												
5.	<p>Текст задания Установите соответствие между понятиями и их определениями:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Наименование колонки</th> <th>Наименование колонки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Заземлитель</td> <td>А. преднамеренное электрическое соединение с землей</td> </tr> <tr> <td>2. Заземляющее устройство</td> <td>Б. совокупность заземлителя</td> </tr> <tr> <td>3. Заземление</td> <td>В. напряжение в цепи тока заземления между точками которых можно одновременно коснуться</td> </tr> <tr> <td>4. Напряжение прикосновения</td> <td>Г. металлический проводник, находящийся в непосредственном соприкосновении с землей.</td> </tr> </tbody> </table>	Наименование колонки	Наименование колонки	1. Заземлитель	А. преднамеренное электрическое соединение с землей	2. Заземляющее устройство	Б. совокупность заземлителя	3. Заземление	В. напряжение в цепи тока заземления между точками которых можно одновременно коснуться	4. Напряжение прикосновения	Г. металлический проводник, находящийся в непосредственном соприкосновении с землей.	2
Наименование колонки	Наименование колонки											
1. Заземлитель	А. преднамеренное электрическое соединение с землей											
2. Заземляющее устройство	Б. совокупность заземлителя											
3. Заземление	В. напряжение в цепи тока заземления между точками которых можно одновременно коснуться											
4. Напряжение прикосновения	Г. металлический проводник, находящийся в непосредственном соприкосновении с землей.											
6.	<p>Текст задания....</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Наименование колонки</th> <th>Наименование колонки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. реактор</td> <td>А. </td> </tr> <tr> <td>2. вентильный разрядник</td> <td>Б. </td> </tr> <tr> <td>3. ограничитель перенапряжения</td> <td>В. </td> </tr> <tr> <td>4. предохранитель</td> <td>Г. </td> </tr> </tbody> </table>	Наименование колонки	Наименование колонки	1. реактор	А. 	2. вентильный разрядник	Б. 	3. ограничитель перенапряжения	В. 	4. предохранитель	Г. 	2
Наименование колонки	Наименование колонки											
1. реактор	А. 											
2. вентильный разрядник	Б. 											
3. ограничитель перенапряжения	В. 											
4. предохранитель	Г. 											
<p>Инструкция к заданиям №№ 7, 8: дополните ответ Критерии выполнения задания № ...:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задание выполнено правильно, в полном объеме – 3 балла;</li> <li>- задание выполнено правильно, но не в полном объеме – 2 балла;</li> <li>- задание выполнено частично правильно (или допущена одна ошибка) – 1 балл;</li> </ul>												

- задание выполнено неправильно – 0 баллов.										
7.	<p>Дополните классификацию трансформаторов напряжения</p> <p><b>Классификация трансформаторов напряжения</b></p>	3								
8.	<p>Дополните таблицу условно-графического изображения</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Предохранитель плавкий</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Предохранитель быстродействующий</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Предохранитель пробивной</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Выключатель-предохранитель</td> <td></td> </tr> </table>	Предохранитель плавкий		Предохранитель быстродействующий		Предохранитель пробивной		Выключатель-предохранитель		3
Предохранитель плавкий										
Предохранитель быстродействующий										
Предохранитель пробивной										
Выключатель-предохранитель										
<p>Инструкция к заданиям №№ 9, 10: решите задачи</p> <p>Критерии выполнения задания № ...:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задание выполнено правильно, в полном объеме – 3 балла;</li> <li>- задание выполнено правильно, но не в полном объеме – 2 балла;</li> <li>- задание выполнено частично правильно (или допущена одна ошибка) – 1 балл;</li> <li>- задание выполнено неправильно – 0 баллов.</li> </ul>										
9.	<p>Определите число электродов заземления подстанции 10/0,4 кВ. На стороне 10 кВ нейтраль изолирована, на стороне 0,4 кВ глухозаземлена. Удельное сопротивление грунта <math>0,4 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}</math>. Размещение заземлителей принять в ряд с расстоянием между ними 5 м, <math>\eta = 0,68</math>.</p>	3								
10.	<p>Проверить на термическую стойкость по минимальному сечению шины РУ типа А-30х4. Ток короткого замыкания <math>I_k = 10 \text{ кА}</math> отключается после возникновения режима к.з. через время <math>t_{\text{откл}} = 1,4 \text{ с}</math></p>	3								

### ЭТАЛОН ОТВЕТОВ

№ задания	Правильный ответ
1.	3
2.	1
3.	2
4.	3
5.	1-Г

	2-Б 3-А 4-В								
6.	1-В 2-Г 3-Б 4-А								
7.	<p style="text-align: center;"><b>Классификация трансформаторов напряжения</b></p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     A[Конструкция ТН] --&gt; B[по количеству фаз]     A --&gt; C[по количеству вторичных обмоток]     A --&gt; D[по типу изоляции]     A --&gt; E[по количеству ступеней изоляции]     B --&gt; B1["- однофазные - трехфазные до 18 кВ"]     C --&gt; C1["- одна - две"]     D --&gt; D1["- сухие до 1 кВ - масляные 6-1150 кВ - литые 6,10,15, 20,24 кВ"]     E --&gt; E1["- каскадные типа НКФ, 110-330кВ - емкостные типа НДЕ, 330-1150кВ"] </pre> </div>								
8.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Предохранитель плавкий</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Предохранитель быстродействующий</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Предохранитель пробивной</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Выключатель-предохранитель</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> </tr> </table>	Предохранитель плавкий		Предохранитель быстродействующий		Предохранитель пробивной		Выключатель-предохранитель	
Предохранитель плавкий									
Предохранитель быстродействующий									
Предохранитель пробивной									
Выключатель-предохранитель									
9.	5 шт.								
10.	200°С								

## Практические работы

### 1. Перечень практических работ

№ раздела дисциплины	Наименование практической работы	Цель работы	Формы текущего контроля
<b>Раздел 1.</b> Тема 1.3 Электрические схемы подстанций	<b>Практическая работа № 1:</b> «Разработка электрических схем устройств электрических подстанций»	Овладеть навыками разработки электрических схем основных устройств электрических подстанций	защита практической работы
	<b>Практическая работа № 2:</b> «Модернизация принципиальных схем при замене приборов аппаратуры распределительных устройств»	Ознакомиться с технологией обновления подстанционного оборудования и порядком модернизации принципиальных схем	защита практической работы
<b>Раздел 1.</b> Тема 1.4. Короткие замыкания в электрических системах	<b>Практическая работа № 3:</b> «Выбор параметров и расчет заземляющего устройства подстанции»	Освоить методы расчета электрических параметров и конструктивных характеристик подстанционных заземляющих устройств	защита практической работы
	<b>Практическая работа № 4:</b> «Выбор и проверка токоведущих частей в режиме КЗ»	Изучить методы выбора и проверки токоведущих частей на стороне ВН и НН	защита практической работы
	<b>Практическая работа № 5:</b> «Расчет токов КЗ методом относительных величин по схеме замещения»	Изучить методы расчета токов КЗ путем применения схем замещения с относительными величинами параметров	защита практической работы
	<b>Практическая работа № 6:</b> «Расчет рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок»	Овладеть методикой расчета рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок	защита практической работы
	<b>Практическая работа № 7:</b>	Овладеть методикой выбора и проверки элементов	защита практической работы

	«Выбор и проверка элементов оборудования подстанций в рабочих и аварийных режимах»	оборудования подстанций в рабочем и аварийном режимах	работы
<b>Раздел 1.</b> Тема 1.5. Силовые и измерительные трансформаторы	<b>Практическая работа № 8:</b> «Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанции»	Овладеть навыками выбора числа и мощности силовых трансформаторов на понижающей подстанции, исходя из мощности питаемой нагрузки; изучить особенности построения суточных графиков нагрузки районных подстанций и годовых графиков по продолжительности нагрузок	защита практической работы
	<b>Практическая работа № 9:</b> «Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения в схемах РУ подстанций»	Научиться выбирать измерительные трансформаторы тока и напряжения, а также выбирать сечения соединительных проводов вторичной цепи измерительных трансформаторов	защита практической работы
<b>Раздел 1.</b> Тема 1.6. Изоляторы и токоведущие части	<b>Практическая работа № 10:</b> «Выбор изоляторов»	Овладеть методикой выбора подвесных, проходных и опорных изоляторов для придания механической жесткости и обеспечения изоляции токоведущих частей ОРУ и ЗРУ в соответствии с классом напряжения	защита практической работы
<b>Раздел 1.</b> Тема 1.7. Коммутационное и защитное оборудование распределительных устройств	<b>Практическая работа № 11:</b> «Выбор средств молниезащиты на подстанциях»	Освоить методику выбора ОПН, РВ и расчета зон защиты молниеотводов	защита практической работы
	<b>Практическая работа № 12:</b> «Выбор и проверка коммутационной аппаратуры в схемах распределительных устройств (РУ) подстанций»	Освоить методику выбора и проверки высоковольтных выключателей, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей	защита практической работы

<p><b>Раздел 2.</b> Тема 2.3. Техническое обслуживание силовых трансформаторов и вспомогательного оборудования собственных нужд</p>	<p><b>Практическая работа № 13:</b> «Составление плана выполнения работ по обслуживанию трансформаторов»</p>	<p>Научиться составлять планы ППР трансформаторов</p>	<p>защита практической работы</p>
	<p><b>Практическая работа № 14:</b> «Составление плана выполнения работ по обслуживанию асинхронных двигателей собственных нужд»</p>	<p>Научиться составлять планы ППР асинхронных электродвигателей</p>	<p>защита практической работы</p>
	<p><b>Практическая работа № 15:</b> «Составление плана выполнения работ по обслуживанию преобразователей электрической энергии»</p>	<p>Научиться составлять планы ППР преобразователей электрической энергии</p>	<p>защита практической работы</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Тема 3.1. Техническое обслуживание распределительных подстанций и устройств</p>	<p><b>Практическая работа № 16:</b> «Составление плана проведения работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок»</p>	<p>Научиться составлять планы ППР асинхронных распределительных устройств электроустановок</p>	<p>защита практической работы</p>
<p><b>Раздел 4.</b> Тема 4.1. Нормативная, техническая документация и инструкции</p>	<p><b>Практическая работа № 17:</b> «Составление списка нормативной и технической документации на подстанции»</p>	<p>Овладеть навыками составления списка нормативной и технической документации на подстанции</p>	<p>защита практической работы</p>
	<p><b>Практическая работа № 18:</b> «Составление технологических карт по проведению очередных осмотров электрооборудования подстанций»</p>	<p>Овладеть навыками составления технологических карт по проведению очередных осмотров электрооборудования подстанций</p>	<p>защита практической работы</p>

	<p><b>Практическая работа № 19:</b> «Составление технологической карты по техническому обслуживанию аккумуляторных батарей»</p>	<p>Овладеть навыками составления технологических карт по проведению очередных осмотров аккумуляторных батарей</p>	<p>защита практической работы</p>
	<p><b>Практическая работа № 20:</b> «Составление графика дежурств при различных методах обслуживания электроустановок»</p>	<p>Получить практический опыт составления графика дежурств при различных способах оперативного обслуживания, научиться производить расчет количества рабочих, ночных, праздничных и сверхурочных часов при различных способах оперативного обслуживания, освоить различные способы оперативного обслуживания устройств электроснабжения</p>	<p>защита практической работы</p>
	<p><b>Практическая работа № 21:</b> «Составление инструкций по техническому обслуживанию электрооборудования подстанций»</p>	<p>Приобрести навыки составления местных инструкций по техническому обслуживанию электрооборудования подстанций</p>	<p>защита практической работы</p>
	<p><b>Практическая работа № 22:</b> «Заполнение ведомости на хранение электрооборудования»</p>	<p>Приобрести навыки заполнения ведомости на хранение электрооборудования</p>	<p>защита практической работы</p>
	<p><b>Практическая работа № 23:</b> «Составление и оформление отчетов о проделанной работе по проведению планового осмотра электрооборудования»</p>	<p>Освоить методику составления и оформления отчетов о проделанной работе по проведению планового осмотра электрооборудования</p>	<p>защита практической работы</p>

2. «ММРК им. И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ» Методические указания по практическим работам обучающихся учебной дисциплины «Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций» программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ), специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) Мурманск, 2018 г.

**3. Критерии и шкала оценивания:**

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
<i>Отлично</i>	Правильность выполнения задания на практическую работу в соответствии с вариантом; высокая степень усвоения теоретического материала по теме практической работы, а также способность применить знания к решению типовых задач, отличных от варианта задания. Высокое качество подготовки отчета по практической работе. Правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Обучающийся демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень выполнения задания на практическую работу в соответствии с вариантом и хорошую степень усвоения теоретического материала по теме практической работы. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. Нет ответа. Не было попытки решить задачу.

## Самостоятельная работа

### 1. Перечень самостоятельных работ

№ раздела дисциплины	Наименование самостоятельной работы	Цель работы	Формы текущего контроля
<b>Раздел 1. Главные схемы электрических подстанций и обзор подстанционного оборудования</b>			
Тема 1.1 Оборудование электрических трансформаторных подстанций	<b>Самостоятельная работа № 1:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Подготовка к опросу по теме: «Оборудование электрических трансформаторных подстанций».	- усвоить общие понятия об электроустановках и потребителях электроэнергии; - рассмотреть понятия электроэнергетических систем, электрических станций и трансформаторных подстанций; - сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.	текущий опрос, проверка конспекта
Тема 1.2. Оборудование распределительных подстанций	<b>Самостоятельная работа № 2:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта по теме: «Оборудование распределительных подстанций».	- изучить принцип действия и технические характеристики основного оборудования распределительных подстанций; - сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.	текущий опрос, проверка конспекта
Тема 1.3. Электрические схемы подстанций	<b>Самостоятельная работа № 3:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта по теме: «Электрические схемы подстанций».	- изучить типовые электрические схемы подстанций; - сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.	текущий опрос, проверка конспекта

<p>Тема 1.4. Короткие замыкания в электрических системах</p>	<p><b>Самостоятельная работа № 4:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Подготовка к опросу по теме: «Короткие замыкания в электрических системах».</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить причины и виды коротких замыканий в электрических сетях, переходные процессы при КЗ;</li> <li>- изучить режимы работы нейтрали электроустановок;</li> <li>- ознакомиться с методикой расчета сопротивлений элементов цепи при КЗ в относительных и именованных единицах, расчет токов и мощности КЗ;</li> <li>- сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.</li> </ul>	<p>текущий опрос, проверка конспекта</p>
<p>Тема 1.6. Изоляторы и токоведущие части</p>	<p><b>Самостоятельная работа № 5:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Изоляторы и токоведущие части подстанционного оборудования».</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомиться с изоляторами распределительных устройств, выяснить их назначение, типы, параметры, конструкции;</li> <li>- ознакомиться с шинами и проводами распределительных устройств, выяснить их назначение, типы, параметры, конструкции;</li> <li>- выяснить назначение, типы, параметры, устройство, условные обозначения кабелей;</li> <li>- сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.</li> </ul>	<p>текущий опрос, проверка конспекта</p>
<p>Тема 1.7. Коммутационное и защитное оборудование распределительных устройств</p>	<p><b>Самостоятельная работа № 6:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Коммутационное и защитное оборудование распределительных устройств».</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить электрические контакты, их конструкции;</li> <li>- выяснить, что такое электрическая дуга, процессы ее образования и гашения;</li> <li>- изучить коммутационные и защитные аппараты напряжением до 1000 В, их типы, параметры, конструкции, условные обозначения;</li> <li>- изучить коммутационные аппараты напряжением выше 1000 В и их приводы; назначение, типы, параметры,</li> </ul>	<p>текущий опрос, проверка конспекта</p>

		<p>устройство, условные обозначения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.</li> </ul>	
<p>Тема 1.8. Анализ и методы расчета технических характеристик основного подстанционного оборудования</p>	<p><b>Самостоятельная работа № 7:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Анализ и методы расчета технических характеристик основного подстанционного оборудования».</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить требования к распределительным устройствам открытого и закрытого типа, схемы и конструкции электрических подстанций;</li> <li>- ознакомиться с собственными нуждами электроустановок;</li> <li>- изучить системы питания собственных нужд;</li> <li>- научиться строить графики нагрузок электроустановок;</li> <li>- ознакомиться с методикой определения мощности районных потребителей, определения полной мощности подстанции;</li> <li>- сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.</li> </ul>	<p>текущий опрос, проверка конспекта</p>
<p><b>Раздел 2. Обслуживание трансформаторов и преобразователей электрической энергии</b></p>			
<p>Тема 2.1. Виды работ и технология обслуживания трансформаторов и преобразователей</p>	<p><b>Самостоятельная работа № 8:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Виды работ и технология обслуживания трансформаторов и преобразователей».</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить задачи по продлению ресурса и обеспечению надежности работы электрооборудования;</li> <li>- ознакомиться с организацией эксплуатации электрооборудования; с содержанием и методами оперативного обслуживания;</li> <li>- сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.</li> </ul>	<p>текущий опрос, проверка конспекта</p>

<p>Тема 2.2. Основные положения правил технической эксплуатации электроустановок</p>	<p><b>Самостоятельная работа № 9:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Основные положения правил технической эксплуатации электроустановок».</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить средства защиты, их классификация, нормы комплектования;</li> <li>- ознакомиться с категориями работ в отношении мер безопасности;</li> <li>- ознакомиться со списком лиц, ответственных за безопасность согласно штатному расписанию;</li> <li>- ознакомиться с организационными и техническими мероприятиями, направленными на развитие мер безопасности;</li> <li>- изучить порядок заполнения наряда-допуска к проведению работ;</li> <li>- сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.</li> </ul>	<p>текущий опрос, проверка конспекта</p>
<p>Тема 2.3. Техническое обслуживание силовых трансформаторов и вспомогательного оборудования собственных нужд</p>	<p><b>Самостоятельная работа № 10:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Техническое обслуживание силовых трансформаторов, их содержание».</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомиться с правилами приемки в эксплуатацию силовых трансформаторов;</li> <li>- ознакомиться с порядком проведения технических осмотров силовых трансформаторов и их содержанием;</li> <li>- изучить правила профилактических испытаний силовых трансформаторов, объем и сроки испытаний;</li> <li>- изучить нормативную и отчетную документацию;</li> <li>- изучить требования к эксплуатации трансформаторного масла;</li> <li>- ознакомиться с методами анализа состояния трансформаторного масла и методами его восстановления;</li> <li>- сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.</li> </ul>	<p>текущий опрос, проверка конспекта</p>

<b>Раздел 3. Обслуживание оборудования распределительных устройств электроустановок</b>			
Тема 3.1. Эксплуатация и техническое обслуживание электрооборудования распределительных устройств электрических подстанций	<b>Самостоятельная работа № 11:</b> Самостоятельная учебная работа обучающегося над курсовым проектом.	- подготовить необходимые материалы по тематике курсового проекта; - сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.	
<b>Раздел 4. Технологическая и отчетная документация на подстанциях</b>			
Тема 4.1. Нормативная, техническая документация и инструкции	<b>Самостоятельная работа № 12:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Состав технической документации на подстанции».	- ознакомиться с составом технической документации на подстанции; - сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.	текущий опрос, проверка конспекта
	<b>Самостоятельная работа № 13:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Состав оперативной документации».	- ознакомиться с составом оперативной документации на подстанции; - сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.	текущий опрос, проверка конспекта
	<b>Самостоятельная работа № 14:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Оперативная схема-макет подстанции, ее применение, ведение».	- изучить оперативную схему-макет подстанции, ее применение, ведение; - сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.	текущий опрос, проверка конспекта

	<p><b>Самостоятельная работа № 15:</b> Работа с конспектом лекции, учебной и специальной технической литературой. Составление конспекта и подготовка к опросу по теме: «Журнал релейной защиты и автоматики»</p>	<p>- изучить объем и назначение журнала релейной защиты и автоматики, форму, правила его ведения; - сформировать навыки самостоятельной работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой.</p>	<p>текущий опрос, проверка конспекта</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

2. «ММРК им. И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ» Методические указания по самостоятельной работе обучающихся учебной дисциплины «Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций» программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ), специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) Мурманск, 2019 г.

### 3. Критерии и шкала оценивания:

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
<b>Отлично</b>	Правильность выполнения задания на самостоятельную работу; высокая степень усвоения теоретического материала по теме самостоятельной работы, а также способность применить знания к решению типовых задач. Правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<b>Хорошо</b>	Обучающийся демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень выполнения задания на самостоятельную работу и хорошую степень усвоения теоретического материала по теме работы. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<b>Удовлетворительно</b>	Обучающийся демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Ответ не полный.
<b>Неудовлетворительно</b>	Обучающийся демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. Нет ответа.

## Курсовой проект

### 1. Темы курсовых проектов:

1. Устройство и техническое обслуживание воздушных линий
2. Устройство и техническое обслуживание кабельных линий
3. Методика расчета электрической нагрузки многоэтажных жилых домов, оборудованных электрическими плитами
4. Методика расчета электрической нагрузки многоэтажных жилых домов, оборудованных электрическими плитами и пассажирскими лифтами
5. Методика расчета электрической нагрузки жилых домов, оборудованных электроприемниками собственных нужд
6. Методика расчета электрической нагрузки жилых домов повышенной комфортности и этажности
7. Расчет электрической нагрузки жилого фонда городского микрорайона
8. Выбор места размещения потребительской подстанции электроснабжения жилого микрорайона
9. Расчет полной мощности трансформаторной подстанции электроснабжения городского микрорайона
10. Выбор главной схемы подстанции электроснабжения жилого микрорайона
11. Выбор количества и типа силовых трансформаторов для оснащения ТП электроснабжения жилого микрорайона
12. Расчет длительных номинальных токов в элементах главной схемы ТП электроснабжения жилого микрорайона
13. Расчет токов короткого замыкания на стороне ВН ТП электроснабжения жилого микрорайона
14. Выбор средств ограничения токов короткого замыкания на стороне ВН ТП электроснабжения жилого микрорайона
15. Расчет токов короткого замыкания на стороне НН ТП электроснабжения жилого микрорайона
16. Выбор средств ограничения токов короткого замыкания на стороне НН ТП электроснабжения жилого микрорайона
17. Выбор токоведущих частей и коммутационных аппаратов на ТП электроснабжения жилого микрорайона
18. Выбор и расчет устройств заземления на ТП электроснабжения жилого микрорайона
19. Выбор и расчет устройств молниезащиты здания трансформаторной подстанции
20. Выбор и расчет устройств защиты подстанционного оборудования от атмосферных перенапряжений со стороны ВН
21. Выбор и расчет устройств защиты подстанционного оборудования от атмосферных перенапряжений со стороны НН
22. Выбор и расчет устройств защиты подстанционного оборудования от коммутационных перенапряжений со стороны ВН

23. Выбор и расчет устройств защиты подстанционного оборудования от коммутационных перенапряжений со стороны НН
24. Выбор и расчет изоляционных конструкций на ТП электроснабжения жилого микрорайона
25. Выбор и расчет устройств автоматики и РЗ на электроподстанции
26. Организация и проведение ППР на электроподстанции
27. Организация и проведение работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии
28. Организация и проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок
29. Расчет полной мощности трансформаторной подстанции
30. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока
31. Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения
32. Выбор и проверка токоведущих частей и изоляторов для открытого распределительного устройства
33. Выбор и проверка токоведущих частей и изоляторов для закрытого распределительного устройства
34. Расчет рабочих токов основных присоединений распределительных устройств
35. Выбор и проверка токоведущих частей и изоляторов для открытого распределительного устройства

## **2. Общие положения**

- 2.1. Курсовая работа (проект) по учебной дисциплине или междисциплинарному курсу профессионального модуля является одним из основных видов учебных занятий и формой промежуточного контроля учебной работы обучающихся.
- 2.2. Выполнение курсовой работы (проекта) должно способствовать закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных обучающимися за время обучения, и применению этих знаний при комплексном решении задач, связанных со сферой профессиональной деятельности будущих специалистов.
- 2.3. Выполнение обучающимся курсовой работы (проекта) по дисциплине (междисциплинарному курсу) проводится с целью:
  - систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям;
  - углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
  - формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных задач;
  - формирования умений использовать справочную, нормативную и правовую документацию и научно-методическую литературу;
  - развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности обучающихся;
  - формирования общих и профессиональных компетенций у обучающихся;
  - подготовки обучающихся к государственной итоговой аттестации.

- 2.4. Количество курсовых работ (проектов) и количество часов обязательной учебной нагрузки обучающегося, отведенное на их выполнение, определяются базисными учебными планами и федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования. На весь период обучения предусматривается выполнение не более трех курсовых работ (проектов) по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям (междисциплинарным курсам).
- 2.5. Курсовая работа (проект) по дисциплине и профессиональному модулю (междисциплинарному курсу) выполняется в сроки, определенные учебным планом специальности среднего профессионального образования.

**3.«ММРК им. И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ» Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) обучающимися учебной дисциплины «Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций» программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) по программе базовой подготовки, Мурманск, 2018 г.**

#### **4. Критерии оценивания:**

- соответствие содержания и оформления работы установленным требованиям;
- актуальность темы;
- соответствие содержания работы выбранной тематике;
- обоснованность результатов и выводов, оригинальность идеи;
- новизна полученных данных;
- личный вклад обучающегося;
- возможности практического использования полученных данных;
- умение собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников;
- умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные размышления, делать умозаключения и выводы;

### 3.3 Примерное наполнение КОС/КИМ для промежуточной аттестации

Форма проведения	Комплекты контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта практической деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций
Экзамен	- теоретические вопросы для подготовки к экзамену; - практические задания к экзамену; - экзаменационные билеты; - критерии и шкала оценивания ответа обучающегося на экзамене.

#### Теоретические вопросы для подготовки к экзамену

1. Перечислите типы изоляторов и охарактеризуйте места их применения.
2. Укажите параметры, по которым выбираются и проверяются опорные изоляторы.
3. Объясните причины возникновения электрической дуги в коммутационных аппаратах. Перечислите и поясните способы гашения электрической дуги в коммутационных аппаратах напряжением до 1000 В
4. Поясните гашение электрической дуги в масляных выключателях. Сравните способы гашения электрической дуги в вакуумных и элегазовых выключателях
5. Объясните назначение высоковольтных выключателей и разъединителей.
6. Перечислите основную защитную аппаратуру напряжением до 1000 В и объясните принцип ее действия.
7. Укажите защитное оборудование электрических подстанций напряжением выше 1000 В.
8. Дайте определение ОРУ и ЗРУ электрических подстанций. Перечислите требования, предъявляемые к ЗРУ электрических подстанций.
9. Укажите назначение трансформаторов собственных нужд подстанций и перечислите основных потребителей собственных нужд. Укажите разницу между схемами подключения трансформаторов собственных нужд подстанций с постоянным и переменным оперативными токами.
10. Объясните устройство свинцово-кислотного аккумулятора и принцип его действия.
11. Объясните принцип работы аккумуляторной батареи по методу «заряда—подзаряда».
12. Объясните назначение графиков нагрузок электроустановок и способы расчета мощности подстанции.
13. Поясните, какие электрические сети работают с незаземленной и резонансно-заземленной нейтралью. Назовите особенности этих режимов.
14. Поясните, что такое коэффициент спроса и как он учитывается при определении максимальной нагрузки.
15. Объясните, чем отличается система охлаждения трансформаторов М и Д.
16. Объясните, как определить типовую, проходную и номинальную мощность автотрансформатора. Чем отличаются допустимые нагрузки сверх номинальной мощности от аварийных перегрузок?
17. Объясните, почему нейтрали АТ должны быть заземлены.

18. Приведите причины возникновения КЗ в электроустановках? Дайте определение ударного тока КЗ. Каковы последствия возникновения КЗ в силовых цепях электрических подстанций?
19. Объясните, чем определяется наличие периодической и апериодической составляющих в токе КЗ. Чем определяется необходимость снижения величин токов КЗ в энергосистеме? Каковы пути их снижения?
20. Поясните, какой эффект дает применение в энергосистемах быстродействующих устройств релейной защиты и отключающих аппаратов.
21. Поясните, какие виды КЗ возможны в сетях с эффективно заземленными и незаземленными нейтральными.
22. Изложите суть методики проверки термической стойкости электрических аппаратов и токоведущих частей.
23. Перечислите преимущества применения сдвоенных токоограничивающих реакторов перед одинарными.
24. Перечислите способы гашения дуги, применяемые в аппаратах до 1 кВ и выше.
25. Опишите, какую форму имеет плавкая вставка в предохранителях типов ПР и ПН. Для какой цели принята такая форма?
26. Поясните назначение контакторов и пускателей, чем они различаются?
27. Назовите достоинства и недостатки бесконтактных коммутационных аппаратов.
28. Поясните, каково назначение масла в масляных баковых и маломасляных выключателях? Чем осуществляется гашение дуги в воздушных и элегазовых выключателях?
29. Поясните, в чем заключаются достоинства вакуумных выключателей по сравнению с масляными и воздушными?
30. Поясните, в чем заключается модульный принцип построения выключателей? Для каких типов выключателей применяется этот принцип?
31. Объясните, почему в схемах контроля изоляции нельзя применять трехфазные трехстержневые трансформаторы напряжения.
32. Расскажите, как достигается равномерность загрузки отдельных частей обмотки ВН каскадного трансформатора напряжения.
33. Расскажите, на какие напряжения применяются емкостные трансформаторы НДЕ.
34. Поясните, для какой цели применяются измерительные преобразователи.
35. Поясните, как разделяются различные электроприемники с точки зрения надежности питания.
36. Опишите, какова область применения схемы с одной секционированной системой шин.
37. Приведите схемы, в которых можно произвести ремонт сборных шин без нарушения электроснабжения потребителей.
38. Приведите схемы, в которых можно произвести ремонт линейного выключателя без нарушения электроснабжения по этой линии.
39. Поясните назначение секционного, обходного, шиносоединительного выключателей.
40. Назовите область применения схем треугольника, квадрата, пятиугольника. Каковы достоинства и недостатки этих схем.
41. Объясните, чем отличается схема питания с.н. подстанций с оперативным постоянным и переменным током.

42. Приведите преимущества ЗРУ перед ОРУ. Какие распределительные устройства обеспечивают большую безопасность и удобство обслуживания — ЗРУ, ОРУ или КРУ?
43. Перечислите типы выключателей, устанавливаемых в закрытых распределительных устройствах 35 кВ и выше.
44. Расскажите, как обеспечивается пожарная безопасность в закрытых и открытых РУ.
45. Приведите отличие комплектных распределительных устройств для внутренней установки (КРУ) от комплектных распределительных устройств для наружной установки (КРУН).
46. Поясните, в чем заключается особенность КРУ с расположением выключателей на выкатном элементе. Какие типы выключателей применяются в КРУ? В чем преимущества КРУ перед ЗРУ?
47. Перечислите меры, обеспечивающие нормальную работу оборудования в КРУН в зимнее время при низких температурах.
48. Назовите конструктивные особенности КРУ с элегазовой изоляцией (КРУЭ). Укажите их преимущества перед КРУ с воздушной изоляцией.
49. Назовите область применения комплектных трансформаторных подстанций (КТП).
50. Поясните, в чем заключается особенность конструкции открытого РУ с гибкой ошиновкой по сравнению с открытым РУ, имеющим жесткую ошиновку.
51. Какие последствия может возникнуть в электросетях при повышенной величине тока?
52. Какие последствия может возникнуть в электросетях при пониженной величине напряжения?
53. Дайте определение понятию «Повреждения в электросети»
54. Дайте определение понятию «Ненормальный режим электросети»
55. Назовите основную функцию релейной защиты электросети.
56. Почему в электросетях возникает необходимость применения именно автоматических устройств защиты?
57. Как должна работать релейная защита при возникновении повреждений в электросети?
58. Как должна работать релейная защита при возникновении ненормальных режимов в электросети?
59. Назовите устройства автоматики релейной защиты?
60. Назовите основные причины повреждений электросетей.
61. Назовите виды повреждений в электрических установках
62. Назовите типы коротких замыканий, возникающих в электросетях.
63. Назовите основные последствия коротких замыканий.
64. Почему при коротком замыкании в электросети падает величина вращающего момента электродвигателя? Приведите формулу.
65. Какие параметры электросети изменяются вследствие ненормальных режимов в сети?
66. Какой ток в электросети называется номинальным?
67. Назовите основные требования, предъявляемые к релейной защите.
68. Что понимают под термином «Селективность, или избирательность, защиты»?
69. Какими факторами объясняется требование к быстрдействию защиты?
70. Назовите основные требования к быстрдействию защиты систем различных электропередач.
71. Из каких затрат времени складывается полное время отключения электроустановки? Напишите формулу и объясните.
72. Что понимают под термином «Чувствительность защиты»?

73. Напишите формулу для определения коэффициентом чувствительности  $k_c$  защиты и объясните ее.
74. Что понимают под термином «Надежность защиты»?
75. Чем обеспечивается надежность защиты?
76. Дайте определение понятию «Реле»
77. Дайте характеристику контактному и бесконтактному реле.
78. Назовите основные две части устройства защиты.
79. Каковы функции реагирующей части устройства защиты?
80. Каковы функции логической части устройства защиты?
81. Назовите основные типы реле, применяющихся в качестве реагирующих в системах релейной защиты.
82. Назовите типы вспомогательных реле .
83. Дайте характеристику воспринимающему элементу реле.
84. Дайте характеристику исполнительному элементу реле.
85. Назовите два способа изображения реле на электрических схемах.
86. Что значит показ реле на электрической схеме в совмещенном виде?
87. Приведите обозначение токового реле в совмещенном виде.
88. Приведите обозначение реле напряжения в совмещенном виде.
89. Приведите обозначение промежуточного реле в совмещенном виде.
90. Приведите обозначение реле мощности в совмещенном виде.
91. Объясните принцип обозначения реле на электросхемах в развернутом виде
92. Начертите схему включения обмотки первичного реле.
93. Начертите схему включения обмотки вторичного реле.
94. В чем преимущества вторичного включения реле перед первичным?
95. В чем преимущества первичного включения реле перед вторичным?
96. Объясните способ шунтового включения обмотки реле.
97. Объясните способ серийного включения обмотки реле
98. Приведите схему подключения однофазного реле контроля напряжения нагрузки непосредственно через контакты реле и объясните
99. Приведите схему подключения реле контроля напряжения для управления другими коммутационными аппаратами.
100. Приведите схему подключения реле максимального тока через измерительный трансформатор тока и объясните ее
101. Приведите схему защиты со вторичными реле прямого действия и объясните ее.
102. Приведите схему защиты со вторичными реле косвенного действия и объясните ее.
103. Какие цепи питаются оперативным током?
104. Дайте характеристику постоянному оперативному току.
105. Какие источники постоянного тока используются в устройствах защиты?
106. Какие недостатки имеют аккумуляторные батареи при применении их в качестве источников устройств защиты?
107. Назовите устройства, которые служат источниками переменного тока в устройствах защиты.
108. Назовите достоинства и недостатки трансформаторов тока, применяемых в устройствах защиты.
109. Можно ли использовать заряженный конденсатор в качестве источника для устройств защиты?
110. Приведите схему защиты с непосредственным использованием тока основных трансформаторов тока и объясните ее
111. Какие требования предъявляются к контактам и обмоткам реле?
112. Назовите три типа электромагнитных реле в зависимости от конструкции их элементов.
113. Начертите конструкцию реле с втягивающимся якорем и объясните рисунок.

114. Начертите конструкцию реле с поворотным якорем и объясните рисунок.
115. Начертите конструкцию реле с поперечным движением якоря и объясните рисунок.
116. Какую функцию в реле выполняет катушка?
117. Какую функцию в реле выполняет противодействующая пружина?
118. Какую функцию в реле выполняют контакты?
119. От каких факторов зависит электромагнитная сила реле? Приведите формулу.
120. Дайте определение понятию «ток срабатывания реле».
121. Дайте определение понятию «ток возврата реле»
122. Приведите формулу для определения коэффициента возврата реле и объясните ее.
123. Какими способами регулируют величину тока срабатывания реле?
124. Назовите основные части токового реле РТ40 и объясните его работу.
125. Объясните способы включения катушек реле тока и реле напряжения.
126. Начертите схему подключения реле напряжения и объясните ее работу.
127. Каковы основные функции промежуточных реле?
128. Дайте определение понятию «выдержка времени» в реле времени.
129. Назовите основные узлы электромеханического реле времени
130. Приведите упрощенную схему устройства реле времени и объясните ее работу
131. Дайте определение понятию «геркон».
132. Чем объясняется высокая надежность герконов?
133. Назовите достоинства герконов.
134. Назовите недостатки герконов
135. Приведите схему конструкции герконов и объясните ее работу.
136. Какую функцию в цепях управления выполняет указательное реле?
137. Начертите упрощенную схему конструкции указательного реле и объясните ее работу.
138. Объясните принцип работы магнитоэлектрического реле.
139. Объясните принцип работы индукционного реле.
140. Приведите три типа индукционных реле в зависимости от их конструкции
141. Объясните принцип работы индукционного реле с рамкой
142. Объясните принцип работы индукционного реле с диском
143. Назовите и объясните основное условие для получения вращающего момента в индукционном реле
144. Каково назначение индукционных реле направления мощности
145. Приведите схему и объясните работу реле направления мощности.
146. Каково основное назначение токовых релейных защит?
147. На какие типы делятся токовые релейные защиты.
148. Объясните принцип работы максимальной токовой защиты.
149. Назовите основной признак возникновения короткого замыкания на линии и объясните как этот признак используется при создании токовых защит.
150. Объясните принцип выбора тока срабатывания максимальной токовой защиты
151. Объясните принцип выбора выдержки времени максимальной токовой защиты
152. Приведите одну из схем максимальной токовой защиты и объясните ее работу.
153. Приведите достоинства и недостатки максимальной токовой защиты.
154. Объясните принцип работы мгновенной токовой отсечки.
155. Из каких условий выбирается величина тока срабатывания мгновенной токовой отсечки?
156. Объясните принцип работы токовой отсечки с задержкой времени
157. Объясните принцип выбора величины тока срабатывания токовой отсечки с выдержкой времени
158. Приведите достоинства и недостатки токовых отсечек.
159. Объясните принцип работы максимальной токовой направленной защиты.

160. Объясните принцип выбора величины тока срабатывания максимальной токовой направленной защиты
161. Дайте определение понятию «Дистанционная защита»
162. Назовите основные органы трехступенчатой дистанционной защиты.
163. Какова основная функция пускового органа в схеме дистанционной защиты?
164. Какова основная функция дистанционного органа в схеме дистанционной защиты?
165. Какова основная функция органа направления мощности в схеме дистанционной защиты?
166. Какова основная функция органа времени в схеме дистанционной защиты?
167. Из какого условия выбирается сопротивление первой ступени дистанционной защиты ?
168. Какова должна быть величина времени действия второй ступени дистанционной защиты?
169. Напишите формулу для определения тока срабатывания третьей ступени дистанционной защиты и объясните ее?
170. Как определяется величина сопротивления третьей ступени дистанционной защиты? Напишите формулу и объясните ее.
171. Назовите основные виды повреждений в трансформаторах
172. Что происходит в трансформаторе при витковых замыканиях в катушках?
173. Назовите ненормальные режимы работы трансформаторов.
174. Какие ненормальные явления происходят в трансформаторах при внешних коротких замыканиях?
175. Опишите основной принцип работы газовой защиты.
176. Начертите конструктивную схему газового реле трансформатора и расскажите его работу.
177. Приведите достоинства газовой защиты трансформаторов.
178. Назовите недостатки газовой защиты трансформаторов.
179. Какова основная функция максимальной токовой защиты трансформаторов?
180. Приведите формулу для определения тока срабатывания максимальной токовой защиты и объясните ее.
181. Напишите формулу коэффициента чувствительности максимальной токовой защиты трансформатора и объясните ее.
182. Начертите схемы максимальной токовой защиты трансформатора и объясните ее работу.
183. Напишите формулу для расчета тока отсечки трансформатора и объясните ее.
184. назовите основные виды электрических повреждений обмоток статора электродвигателей
185. Начертить схему многофазного короткого замыкания статорной обмотки электродвигателя и объясните ее.
186. Начертить схему однофазного короткого замыкания на землю статорной обмотки электродвигателя и объясните ее.
187. Начертить схему виткового замыкания в одной фазе статорной обмотки электродвигателя и объясните ее.
188. Назовите ненормальные режимы работы электродвигателя и объясните их.
189. Что такое технологическая перегрузка электродвигателя и как она устраняется?
190. Как оценить допустимое время перегрузки электродвигателя для срабатывания защиты?
191. Почему понижение напряжение в сети может стать опасным для электродвигателей, участвующих в ответственных технологических процессах?
192. Дайте определение понятию «Самозапуск электродвигателя».
193. Дайте определение понятию «Защита электродвигателей от минимального напряжения».

194. Какие повреждения могут возникать на сборных шинах распределительных устройств?
195. Для чего предназначены комплектные устройства защиты и автоматики?
196. С помощью каких устройств осуществляется сигнализация действий комплектных устройств защиты?
197. В чем сущность автоматического повторного включения (АПВ)?
198. Какова основная функция устройства автоматического повторного включения (АПВ)?
199. Назовите наиболее частые причины, вызывающим неустойчивые повреждения элементов системы электроснабжения.
200. Дайте определение понятию «успешное повторное включение»
201. Дайте определение понятию «неуспешное повторное включение»
202. Перечислите основные требования, предъявляемые к устройствам АПВ.
203. По каким признакам классифицируются устройства АПВ?
204. Дайте определение понятию «Число циклов (кратность действия включения) АПВ»
205. На каком оборудовании подстанций устанавливается АПВ?
206. В чем сущность автоматического включения резерва (АВР)?
207. Перечислите основные требования, предъявляемые к устройствам АВР.
208. Опишите основное назначение входных преобразователей аналоговых сигналов в цифровых РЗ.
209. Опишите основное назначение аналого-цифрового преобразователя в цифровых РЗ.
210. Опишите принцип квантования аналогового сигнала.
211. Приведите блок – схему аналогово-цифрового преобразователя и объясните ее работу.
212. Какую функцию выполняет АЦП генератор пилообразного напряжения?
213. Какую функцию выполняет АЦП генератор прямоугольных импульсов?
214. Какую функцию выполняет АЦП схема совпадения?
215. Какую функцию выполняет АЦП счетчик импульсов?
216. Объясните по графику принцип работы аналого-цифрового преобразователя.
217. Какова основная функция входных преобразователей дискретных сигналов.
218. Дайте определение понятию «Оптрон (Оптронная пара)»
219. Какова основная функция выходных релейных преобразователей.
220. Почему в цифровых РЗ в качестве выходных преобразователей используются электромеханические реле?
221. Перечислите узлы, используемые в цифровых РЗ в качестве устройств отображения информации.
222. Какая информация отображается на дисплее оператора цифровой РЗ?
223. Перечислите узлы, используемые в цифровых РЗ в качестве органов местного управления.
224. Как классифицируются в цифровых РЗ запоминающие устройства ?
225. Каковы основные функции ОЗУ?
226. Каковы основные функции ПЗУ?
227. Каковы основные функции ППЗУ?
228. Почему надежность цифровых РЗ, чем аналоговых?
229. Какие операции проводятся на цифровых РЗ при подготовке к работе?
230. Дайте определение понятию «Тестирование цифровой РЗ»

### **Практические задания для подготовки к экзамену**

1. На заводской подстанции установлены два трансформатора по 10 МВ·А напряжением  $U_{ном} = 110/10$  кВ. Определить годовые потери электроэнергии в трансформаторах,

если наибольшая мощность завода  $\underline{S}_{\max} = 16+j5,6$  МВА, а время использования максимальной нагрузки  $T_{\max} = 6000$  ч/год.

2. Определить продолжительно допустимые токи окрашенных трубчатых шин, выполненных из алюминия марки АДО, а также из алюминиевых сплавов АД31Т1 и 1915Т и расположенных в закрытых распределительных устройствах. Наружный диаметр шин  $D=100$  мм, толщина стенки  $l=5$  мм. При  $20^{\circ}\text{C}$  удельное электрическое сопротивление шин из алюминия марки АДО  $\rho=0,029 \cdot 10^{-6}$ , из сплавов АД31Т1 и 1915Т соответственно  $0,0325 \cdot 10^{-6}$  и  $0,0517 \cdot 10^{-6}$  Ом·м.
3. На заводской подстанции установлены два трансформатора по 25 МВ·А напряжением  $U_{\text{ном}} = 220/10$  кВ. Определить годовые потери электроэнергии в трансформаторах, если наибольшая мощность завода  $\underline{S}_{\max} = 30+j7,8$  МВА, а время использования максимальной нагрузки  $T_{\max} = 6000$  ч/год.
4. Рассчитать по длительно допустимому току трехфазную кабельную линию, проложенную в земле в одной траншее с двумя другими кабелями для питания цеховой электроустановки. Расчетная мощность установки  $P = 120$  кВт, напряжение  $U = 380$  В,  $\cos \varphi = 0,8$ . Расстояние между кабелями (число кабелей 3) составляет 100 мм.
5. Определить сечение трехфазной воздушной линии для передачи мощности 30 кВт, присоединенной в конце линии.  $U = 380$  В, длина линии 250 м,  $\text{III} = 5\%$ ,  $\cos \varphi = 0,8$ . Провода медные,  $\rho = 57$  м/Ом·мм<sup>2</sup>.
6. Определить потерю напряжения в воздушной линии трехфазного тока, выполненной алюминиевыми проводами сечением 10 мм<sup>2</sup> при  $U_{\text{ном}} = 380$  В, если на линии имеются нагрузки: 10; 5 и 2,5 кВт с расстояниями их до питательного пункта соответственно 50, 80 и 120 м, при  $\cos \varphi = 0,8$ .
7. Рассчитать подпитку при напряжении линии 380 В, длине линии от ТП до точки присоединения к троллею  $l_{\text{ф}} = 60$  м, длине троллейной линии, выполненной из угловой стали 50x50x 5, от точки присоединения фидера до наиболее удаленной точки троллеев —  $l_{\text{т}} = 110$  м, максимальном токе нагрузки  $I_{\max} = 120$  А, пиковом токе  $I_{\text{п}} = 355$  А,  $\cos \varphi = 0,5$ , допустимой потере напряжения  $\Delta U_0 = 5,7\%$ , или 21,7 В.
8. Магистральная линия силовой сети промышленного предприятия напряжением 380/220 В питает группу электродвигателей. Линия прокладывается в помещении бронированным трехжильным кабелем с алюминиевыми жилами и бумажной изоляцией при температуре окружающей среды  $25^{\circ}\text{C}$ . Длительный расчетный ток линии составляет 100 А, а кратковременный ток при пуске двигателей 500 А; пуск легкий. Определить номинальный ток плавких вставок предохранителей типа ПН2, защищающих линию.
9. Расчетный ток группы электроприемников, работающих с  $\cos \varphi = 1$  (при напряжении 380/220 В)  $I_{\text{р}} = 250$  А. Питание производится от подстанции, расположенной в 150 м, четырехжильным кабелем, проложенным по строительным конструкциям. Распределительная сеть выполнена проводами в трубах, средняя длина 15 м. Выбрать сечение питающего кабеля и его защиту.

10. Расчетный ток группы двигателей  $I_p = 112$  А. Пусковой ток наибольшего двигателя 175 А, а его расчетный ток 30 А. Выбрать сечение питающего кабеля, если расстояние от подстанции 160 м.
11. Выбрать сечение провода и плавкую вставку к двигателю, для которого  $P_n = 28$  кВт;  $U_n = 380$  В;  $I_n/I_n = 5$ ;  $\eta = 0,89$ ;  $\cos \varphi = 0,9$ ;  $k_z = 0,7$ . Пуск двигателя без нагрузки.
12. На районной подстанции при напряжении сети 35 кВ установлены два трансформатора 35/6,3 кВ, по 1,6 МВА, нагрузка которых другими потребителями равна 50%. Выбрать напряжение для питания предприятия, расположенного на расстоянии 3 км, максимальная нагрузка предприятия 2 МВА, среднегодовая 1,5 МВА.
13. Определить число и мощность трансформаторов для завода черной металлургии, расчетная мощность которого 22 МВА, график равномерный, коэффициент заполнения практически равен единице.
14. Проектная среднегодовая нагрузка предприятия, равная 56 МВА, достигается за 4 года, по 14 МВА в год. В дальнейшем нагрузка растет по 5% в год. Выбрать трансформаторы ГПП.
15. Определить наиболее экономичный способ питания промпредприятия от электростанции, находящейся на расстоянии 3 км. Напряжение генераторов 10,5 кВ. Максимальная нагрузка  $S_m = 8,0$  МВА при  $\cos \varphi_m = 0,92$ . Среднегодовой коэффициент мощности  $\cos \varphi = 0,9$ . Время работы  $T_r = 8000$  ч/год, а время использования максимума активной нагрузки  $T_m = 6000$  ч/год.
16. На районной подстанции при напряжении сети 35 кВ установлены два трансформатора 35/6,3 кВ, по 10 МВА, нагрузка которых другими потребителями равна 50%. Выбрать напряжение для питания предприятия, расположенного на расстоянии 3 км, максимальная нагрузка предприятия 2 МВА, среднегодовая 1,5 МВА при  $\cos \varphi = 0,7$ . На предприятии напряжение электроприемников 380 В. Кроме того, имеются два синхронных двигателя по 320 кВт, для которых может быть выбрано напряжение 380 или 6000 В.
17. Выбрать трансформаторы для подстанции, питающей мощное предприятие, максимальная нагрузка которого 90 МВА, а средняя - 80 МВА, питается от сетей 110 кВ энергосистемы. Основными электроприемниками являются электродвигатели 10 кВ, общая нагрузка которых  $S_{m1} = 45$  МВА;  $S_{cp1} = 40$  МВА.
18. Выбрать наиболее экономичный двухобмоточный трансформатор 10/0,4 кВ при расчетных нагрузках 0,8 МВт; 0,6 МВАр. Реактивная нагрузка не компенсируется. Значения других параметров:  $T_r = 8600$  ч/год;  $T_{cp} = 7200$  ч/год.
19. Средняя нагрузка цеха №1 800 кВА, а цеха №2 400 кВА. Средний коэффициент мощности 0,85. Расстояние между цехами 200 м. Требуется решить, нужно ли сооружать подстанцию также при цехе № 2 (вариант 1) или питать его от подстанции при цехе №1 (вариант 2).
20. Выбрать число подстанций и мощность трансформаторов для питания цеха, среднегодовая нагрузка которого 2,6 МВА при  $\cos \varphi = 0,8$ . (Подстанции двухтрансформаторные комплектные). Расстояние от шин 10 кВ ЦРП - 0,3 км. При каком расстоянии между подстанциями выгоднее сооружение одной подстанции вместо двух.
21. Трансформатор с постоянной времени нагрева масла  $\tau = 3,5$  ч работает при начальной нагрузке, равной 50% номинальной, и температуре охлаждающей среды  $\theta = 20^\circ\text{C}$ . В

аварийном режиме трансформатор может нести нагрузку, равную 140% его номинальной мощности в течение 5 дней или 5,5 ч в течение суток. Следует выяснить, насколько сократится срок службы трансформатора при работе в этих условиях.

22. Выбрать число и мощность трансформаторов ГПП машиностроительного завода, если значение нагрузки наиболее загруженного дня  $S_m=25$  МВА. Приемники электроэнергии 1-й категории на заводе потребляют мощность 10 МВА.
23. Определить число и мощность трансформаторов для завода черной металлургии, расчетная мощность которого 22 МВА, График равномерный, коэффициент заполнения практически равен единице.
24. Проектная расчетная нагрузка равна 40 МВА, а период освоения 4 года, после чего нагрузка ежегодно растет на 2 МВА. Выбрать число и мощность главных трансформаторов на подстанции.
25. Для питания производственного корпуса, максимальная и средняя нагрузка которого 14 и 12 МВА, сооружаются пять двухтрансформаторных подстанций с трансформаторами 1,6 МВА. Выяснить, выгодно ли питать все трансформаторы радиальными линиями кабелями  $3 \times 95$  мм<sup>2</sup> (вариант 1) или при одной из цеховых подстанций выгоднее оборудовать РП, к шинам 6 кВ которого присоединить трансформаторы (вариант 2). Расстояние от ГПП до РП 0,3 км. При варианте 2 общая длина линий к отдельным трансформаторам уменьшается на 4 км.

#### Задача № 1.

Определите напряжение в точке короткого замыкания, если ЭДС источника питания равна 1000 В, ток короткого замыкания равен 100 А, а сопротивление линии до точки короткого замыкания равно 5 Ом.

#### Задача № 2

Определите ЭДС источника питания, если при коротком замыкании в точке замыкания напряжение составляет 500 В, сопротивление линии до точки короткого замыкания равно 5 Ом, а ток короткого замыкания равен 100 А.

#### Задача № 3

Определите ток короткого замыкания, если ЭДС источника питания равна 1000 В, а при коротком замыкании в точке замыкания напряжение составляет 500 В, сопротивление линии до точки короткого замыкания равно 5 Ом.

#### Задача № 4

Определите сопротивление линии до точки короткого замыкания, если ток короткого замыкания равен 100 А, ЭДС источника питания равна 1000 В, а напряжение при коротком замыкании в точке замыкания составляет 500 В.

#### Задача № 5

При коротком замыкании сопротивление линии снизилось до 5 Ом, при этом ток короткого замыкания равен 100 А, Какое количество теплоты (в Дж,  $k=1$ ) выделиться в линии если время срабатывания релейной защиты составило 0,2 с?

#### Задача № 6.

Определите величину тока короткого замыкания, если при коротком замыкании сопротивление линии стало равно 5 Ом, а за время отключения равного 0,2 с, в линии выделилось от нагрева проводов 10 кДж тепловой энергии. ( $k=1$ )

#### Задача № 7.

Определите сопротивление линии при коротком замыкании, если ток короткого замыкания равен 100 А, а за время отключения равного 0,2 с в линии выделилось от нагрева проводов 10 кДж тепловой энергии . ( $k=1$ )

#### Задача № 8.

Определите время срабатывания релейной защиты на отключение линии при коротком замыкании, если сопротивление линии при к.з. снизилось до 5 Ом, ток короткого замыкания равен 100 А, а в линии за время срабатывания защиты выделилось 10 кДж тепловой энергии на нагрев проводов. ( $k=1$ )

#### Задача № 9

Определите полное время отключения линии с повреждением, если время работы защиты составило 0,05 с, а время отключения выключателя составило 0,07 с.

#### Задача № 10

Определите время отключения выключателя, если полное время отключения линии с повреждением составило 0,12 с, а время работы защиты составило 0,05 с,

#### Задача № 11

Определите время работы защиты, если полное время отключения линии с повреждением составило 0,12 с, а время отключения выключателя составило 0,07 с,

#### Задача № 12.

Определите коэффициент чувствительности защиты, если при минимальном токе короткого замыкания в сети равном 100 А, защита срабатывает при токе 50 А

Задача № 13.

Наименьшее значение тока, при котором защита начинает работать равно 50 А, при этом коэффициент ее чувствительности равен 2. На какой минимальный ток короткого замыкания среагирует защита?

Задача № 14.

Минимальный ток короткого замыкания, на который реагирует защита равен 100 А?

при этом коэффициент ее чувствительности равен 2. Каково наименьшее значение тока, при котором защита начнет работать?

Задача № 15.

Определите напряжение в точке короткого замыкания, если ЭДС источника питания равна 1000 В, ток короткого замыкания равен 100 А, а сопротивление линии до точки короткого замыкания равно 5 Ом.

Задача № 16

Определите ЭДС источника питания, если при коротком замыкании в точке замыкания напряжение составляет 500 В, сопротивление линии до точки короткого замыкания равно 5 Ом. а ток короткого замыкания равен 100 А.

Задача № 17

Определите ток короткого замыкания, если ЭДС источника питания равна 1000 В, а при коротком замыкании в точке замыкания напряжение составляет 500 В, сопротивление линии до точки короткого замыкания равно 5 Ом.

Задача № 18

Определите сопротивление линии до точки короткого замыкания, если ток короткого замыкания равен 100 А, ЭДС источника питания равна 1000 В, а напряжение при коротком замыкании в точке замыкания составляет 500 В.

Задача № 19

При коротком замыкании сопротивление линии снизилось до 5 Ом, при этом ток короткого замыкания равен 100 А, Какое количество теплоты (в Дж,  $k=1$ ) выделиться в линии если время срабатывания релейной защиты составило 0,2 с?

#### Задача № 20

Определите величину тока короткого замыкания, если при коротком замыкании сопротивление линии стало равно 5 Ом, а за время отключения равного 0,2 с, в линии выделилось от нагрева проводов 10 кДж тепловой энергии. ( $k=1$ )

#### Задача № 21.

Определите сопротивление линии при коротком замыкании, если ток короткого замыкания равен 100 А, а за время отключения равного 0,2 с в линии выделилось от нагрева проводов 10 кДж тепловой энергии. ( $k=1$ )

#### Задача № 22.

Определите время срабатывания релейной защиты на отключение линии при коротком замыкании, если сопротивление линии при к.з. снизилось до 5 Ом, ток короткого замыкания равен 100 А, а в линии за время срабатывания защиты выделилось 10 кДж тепловой энергии на нагрев проводов. ( $k=1$ )

#### Задача № 23

Определите полное время отключения линии с повреждением, если время работы защиты составило 0,05 с, а время отключения выключателя составило 0,07 с.

#### Задача № 24

Определите время отключения выключателя, если полное время отключения линии с повреждением составило 0,12 с, а время работы защиты составило 0,05 с,

#### Задача № 25

Определите время работы защиты, если полное время отключения линии с повреждением составило 0,12 с, а время отключения выключателя составило 0,07 с,

#### Задача № 26.

Определите коэффициент чувствительности защиты, если при минимальном токе короткого замыкания в сети равном 100 А, защита срабатывает при токе 50 А

#### Задача № 27.

Наименьшее значение тока, при котором защита начинает работать равно 50 А, при этом коэффициент ее чувствительности равен 2. На какой минимальный ток короткого замыкания среагирует защита?

Задача № 28.

Минимальный ток короткого замыкания, на который реагирует защита равен 100 А?

при этом коэффициент ее чувствительности равен 2. Каково наименьшее значение тока, при котором защита начнет работать?

Задача № 29.

Определите напряжение в точке короткого замыкания, если ЭДС источника питания равна 1000 В, ток короткого замыкания равен 100 А, а сопротивление линии до точки короткого замыкания равно 5 Ом.

Задача № 30

Определите ЭДС источника питания, если при коротком замыкании в точке замыкания напряжение составляет 500 В, сопротивление линии до точки короткого замыкания равно 5 Ом. а ток короткого замыкания равен 100 А.

Задача № 31

Определите величину магнитного потока в магнитопроводе реле, если сопротивление магнитного пути потока равно 15 Ом, а по катушке реле, содержащей 1200 витков протекает ток 0,6 А

Задача № 32

Определите число витков катушки реле, если при протекании по ней тока силой 0,6 А в сердечнике катушки создается магнитный поток, равный 48 Вб. Магнитное сопротивление магнитопровода реле 15 Ом.

Задача № 33.

Определите величину тока, протекающего по катушке реле с числом витков 1200, если катушкой создается магнитный поток, равный 48 Вб, а сопротивление магнитопровода реле равно 15 Ом.

Задача № 34

Определите коэффициент возврата реле, если значение тока возврата равно 2,6 А, значение тока срабатывания реле равно 2,9 А.

Задача № 35.

Определите величину тока возврата реле, если коэффициент возврата равен 0,896, а ток срабатывания реле равен 2,9 А.

Задача № 36.

Определите величину тока срабатывания реле, если коэффициент возврата равен 0,896, а ток возврата реле равен 2,6 А.

Задача № 37.

Напряжение в сети переменного тока равно 220 В, напряжение питания катушки реле переменного тока 11 В. Определите необходимый коэффициент трансформации измерительного трансформатора напряжения.

Задача № 38.

Коэффициент трансформации трансформатора напряжения для релейной защиты равен 20. Определите величину напряжения, подаваемого на катушку реле, если напряжение сети равно 220 В.

Задача № 39

Какое напряжение должно быть в сети, если на катушку реле переменного тока, включенную через трансформатор напряжения с коэффициентом трансформации равным 20, подается 11 В.

Задача № 40.

Сила тока в сети переменного тока равна 100 А, максимальное значение силы тока, протекающего по катушке токового реле равно 5 А. Определите необходимый коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока.

Задача № 41.

Коэффициент трансформации трансформатора тока для релейной защиты равен 20. Определите величину тока, протекающего по катушке реле, если сила тока в сети равна 100 А.

Задача № 42

Какой ток протекает в сети, если по катушке реле переменного тока, включенную через трансформатор тока с коэффициентом трансформации равным 20, протекает ток 5 А.

Задача № 43

Определите время задержки второго участка максимальной токовой защиты, если время выдержки первого участка 0,06 с, степень селективности равна 0,1 с, время запаса равно

Задача № 44

Определите степень селективности максимальной токовой задержки, время задержки второго участка равно 0,36 с, время выдержки первого участка 0,06 с, время запаса равно 0,2 с.

#### Задача № 45

Какое время задержки было установлено на первом участке максимальной токовой защиты, если время задержки второго участка равно 0,36 с, степень селективности равна 0,1 с, время запаса на втором участке равно 0,2 с.

#### Задача № 46

Определите величину магнитного потока в магнитопроводе реле, если сопротивление магнитного пути потока равно 15 Ом, а по катушке реле, содержащей 1200 витков протекает ток 0,6 А

#### Задача № 47

Определите число витков катушки реле, если при протекании по ней тока силой 0,6 А в сердечнике катушки создается магнитный поток, равный 48 Вб. Магнитное сопротивление магнитопровода реле 15 Ом.

#### Задача № 48

Определите величину тока, протекающего по катушке реле с числом витков 1200, если катушкой создается магнитный поток, равный 48 Вб, а сопротивление магнитопровода реле равно 15 Ом.

#### Задача № 49

Определите коэффициент возврата реле, если значение тока возврата равно 2,6 А, значение тока срабатывания реле равно 2,9 А.

#### Задача № 50

Определите величину тока возврата реле, если коэффициент возврата равен 0,896, а ток срабатывания реле равен 2,9 А.

## Перечень билетов к экзамену

### Билет № 1

1. Перечислите типы изоляторов и охарактеризуйте места их применения
2. Каково назначение контакторов и пускателей, чем они различаются?
3. На заводской подстанции установлены два трансформатора по 10 МВ·А напряжением  $U_{ном} = 110/10$  кВ. Определить годовые потери электроэнергии в трансформаторах, если наибольшая мощность завода  $S_{мах} = 16 + j5,6$  МВА, а время использования максимальной нагрузки  $T_{мах} = 6000$  ч/год.

### Билет № 2

1. Укажите параметры, по которым выбираются и проверяются опорные изоляторы
2. Назовите достоинства и недостатки бесконтактных коммутационных аппаратов
3. Определить продолжительно допустимые токи окрашенных трубчатых шин, выполненных из алюминия марки АДО, а также из алюминиевых сплавов АДЗ1Т1 и 1915Т и расположенных в закрытых распределительных устройствах. Наружный диаметр шин  $D=100$  мм, толщина стенки  $l=5$  мм. При 200С удельное электрическое сопротивление шин из алюминия марки АДО  $\rho=0,029 \cdot 10^{-6}$ , из сплавов АДЗ1Т1 и 1915Т соответственно  $0,0325 \cdot 10^{-6}$  и  $0,0517 \cdot 10^{-6}$  Ом·м.

### Билет № 3

1. Объясните причины возникновения электрической дуги в коммутационных аппаратах. Перечислите и поясните способы гашения электрической дуги в коммутационных аппаратах напряжением до 1000 В
2. Каково назначение масла в масляных баковых и маломасляных выключателях? Чем осуществляется гашение дуги в воздушных и элегазовых выключателях?
3. На заводской подстанции установлены два трансформатора по 25 МВ·А напряжением  $U_{ном} = 220/10$  кВ. Определить годовые потери электроэнергии в трансформаторах, если наибольшая мощность завода  $S_{мах} = 30 + j7,8$  МВА, а время использования максимальной нагрузки  $T_{мах} = 6000$  ч/год.

### Билет № 4

1. Поясните гашение электрической дуги в масляных выключателях. Сравните способы гашения электрической дуги в вакуумных и элегазовых выключателях.
2. Поясните, в чем заключаются достоинства вакуумных выключателей по сравнению с масляными и воздушными?
3. Рассчитать по длительно допустимому току трехфазную кабельную линию, проложенную в земле в одной траншее с двумя другими кабелями для питания цеховой электроустановки. Расчетная мощность установки  $P = 120$  кВт, напряжение  $U = 380$  В,  $\cos \varphi = 0,8$ . Расстояние между кабелями (число кабелей 3) составляет 100 мм.

### Билет № 5

1. Объясните назначение высоковольтных выключателей и разъединителей.
2. Поясните, в чем заключается модульный принцип построения выключателей. Для каких типов выключателей применяется этот принцип?
3. Определить сечение трехфазной воздушной линии для передачи мощности 30 кВт, присоединенной в конце линии.  $U = 380$  В, длина линии 250 м,  $\Delta l = 5\%$ ,  $\cos \varphi = 0,8$ . Провода медные,  $\rho = 57$  м/Ом·мм<sup>2</sup>.

### Билет № 6

1. Перечислите основную защитную аппаратуру напряжением до 1000 В и объясните принцип ее действия
2. Объясните, почему в схемах контроля изоляции нельзя применять трехфазные трехстержневые трансформаторы напряжения.
3. Определить потерю напряжения в воздушной линии трехфазного тока, выполненной алюминиевыми проводами сечением  $10 \text{ мм}^2$  при  $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$ , если на линии имеются нагрузки: 10; 5 и 2,5 кВт с расстояниями их до питательного пункта соответственно 50, 80 и 120 м, при  $\cos \varphi = 0,8$ .

### Билет № 7

1. Укажите защитное оборудование электрических подстанций напряжением выше 1000 В.
2. Расскажите, как достигается равномерность загрузки отдельных частей обмотки ВН каскадного трансформатора напряжения.
3. Определить потерю напряжения в воздушной линии трехфазного тока, выполненной алюминиевыми проводами сечением  $10 \text{ мм}^2$  при  $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$ , если на линии имеются нагрузки: 10; 5 и 2,5 кВт с расстояниями их до питательного пункта соответственно 50, 80 и 120 м, при  $\cos \varphi = 0,8$ .

### Билет № 8

1. Дайте определение ОРУ и ЗРУ электрических подстанций. Перечислите требования, предъявляемые к ЗРУ электрических подстанций.
2. Расскажите, на какие напряжения применяются емкостные трансформаторы НДЕ.
3. Магистральная линия силовой сети промышленного предприятия напряжением 380/220 В питает группу электродвигателей. Линия прокладывается в помещении бронированным трехжильным кабелем с алюминиевыми жилами и бумажной изоляцией при температуре окружающей среды  $25^\circ\text{C}$ . Длительный расчетный ток линии составляет 100 А, а кратковременный ток при пуске двигателей 500 А; пуск легкий. Определить номинальный ток плавких вставок предохранителей типа ПН2, защищающих линию.

### Билет № 9

1. Укажите назначение трансформаторов собственных нужд подстанций и перечислите основных потребителей собственных нужд. Укажите разницу между схемами подключения трансформаторов собственных нужд подстанций с постоянным и переменным оперативными токами.
2. Поясните, для какой цели применяются измерительные преобразователи.
3. Расчетный ток группы электроприемников, работающих с  $\cos \varphi = 1$  (при напряжении 380/220 В)  $I_{\text{р}} = 250 \text{ А}$ . Питание производится от подстанции, расположенной в 150 м, четырехжильным кабелем, проложенным по строительным конструкциям. Распределительная сеть выполнена проводами в трубах, средняя длина 15 м. Выбрать сечение питающего кабеля и его защиту.

### Билет № 10

1. Объясните устройство свинцово-кислотного аккумулятора и принцип его действия.
2. Поясните, как разделяются различные электроприемники с точки зрения надежности питания.
3. Расчетный ток группы двигателей  $I_{\text{р}} = 112 \text{ А}$ . Пусковой ток наибольшего двигателя 175 А, а его расчетный ток 30 А. Выбрать сечение питающего кабеля, если расстояние от подстанции 160 м.

### Билет № 11

1. Объясните принцип работы аккумуляторной батареи по методу «заряда—подзаряда».
2. Опишите, какова область применения схемы с одной секционированной системой шин.
3. Выбрать сечение провода и плавкую вставку к двигателю, для которого  $P_n = 28$  кВт;  $U_n = 380$  В;  $I_n/I_n = 5$ ;  $\eta = 0,89$ ;  $\cos \varphi = 0,9$ ;  $k_z = 0,7$ . Пуск двигателя без нагрузки.

### Билет № 12

1. Объясните назначение графиков нагрузок электроустановок и способы расчета мощности подстанции.
2. Приведите схемы, в которых можно произвести ремонт сборных шин без нарушения электроснабжения потребителей.
3. На районной подстанции при напряжении сети 35 кВ установлены два трансформатора 35/6,3 кВ, по 1,6 МВА, загрузка которых другими потребителями равна 50%. Выбрать напряжение для питания предприятия, расположенного на расстоянии 3 км, максимальная нагрузка предприятия 2 МВА, среднегодовая 1,5 МВА.

### Билет № 13

1. Поясните, какие электрические сети работают с незаземленной и резонансно-заземленной нейтралью. Назовите особенности этих режимов.
2. Приведите схемы, в которых можно произвести ремонт линейного выключателя без нарушения электроснабжения по этой линии.
3. Определить число и мощность трансформаторов для завода черной металлургии, расчетная мощность которого 22 МВА, график равномерный, коэффициент заполнения практически равен единице.

### Билет № 14

1. Поясните, что такое коэффициент спроса и как он учитывается при определении максимальной нагрузки.
2. Поясните назначение секционного, обходного, шиносоединительного выключателей.
3. Проектная среднегодовая нагрузка предприятия, равная 56 МВА, достигается за 4 года, по 14 МВА в год. В дальнейшем нагрузка растет по 5% в год. Выбрать трансформаторы ГПП.

### Билет № 15

1. Объясните, чем отличается система охлаждения трансформаторов М и Д.
2. Назовите область применения схем треугольника, квадрата, пятиугольника. Каковы достоинства и недостатки этих схем.
3. Определить наиболее экономичный способ питания промпредприятия от электростанции, находящейся на расстоянии 3 км. Напряжение генераторов 10,5 кВ. Максимальная нагрузка  $S_m = 8,0$  МВА при  $\cos \varphi_m = 0,92$ . Среднегодовой коэффициент мощности  $\cos \varphi = 0,9$ . Время работы  $T_r = 8000$  ч/год, а время использования максимума активной нагрузки  $T_m = 6000$  ч/год.

### Билет № 16

1. Объясните, как определить типовую, проходную и номинальную мощность автотрансформатора. Чем отличаются допустимые нагрузки сверх номинальной мощности от аварийных перегрузок?
2. Объясните, чем отличается схема питания с.н. подстанций с оперативным постоянным и переменным током.
3. На районной подстанции при напряжении сети 35 кВ установлены два трансформатора 35/6,3 кВ, по 10 МВА, нагрузка которых другими потребителями равна 50%. Выбрать напряжение для питания предприятия, расположенного на расстоянии 3 км, максимальная нагрузка предприятия 2 МВА, среднегодовая 1,5 МВА при  $\cos\varphi = 0,7$ . На предприятии напряжение электроприемников 380 В. Кроме того, имеются два синхронных двигателя по 320 кВт, для которых может быть выбрано напряжение 380 или 6000 В.

### Билет № 17

1. Объясните, почему нейтрали АТ должны быть заземлены.
2. Приведите преимущества ЗРУ перед ОРУ? Какие распределительные устройства обеспечивают большую безопасность и удобство обслуживания — ЗРУ, ОРУ или КРУ?
3. Выбрать трансформаторы для подстанции, питающей мощное предприятие, максимальная нагрузка которого 90 МВА, а средняя - 80 МВА, питается от сетей 110 кВ энергосистемы. Основными электроприемниками являются электродвигатели 10 кВ, общая нагрузка которых  $S_{m1} = 45$  МВА;  $S_{cp1} = 40$  МВА.

### Билет № 18

1. Приведите причины возникновения КЗ в электроустановках. Дайте определение ударного тока КЗ. Каковы последствия возникновения КЗ в силовых цепях электрических подстанций?
2. Перечислите типы выключателей, устанавливаемых в закрытых распределительных устройствах 35 кВ и выше.
3. Выбрать наиболее экономичный двухобмоточный трансформатор 10/0,4 кВ при расчетных нагрузках 0,8 МВт; 0,6 МВАр. Реактивная нагрузка не компенсируется. Значения других параметров:  $T_g = 8600$  ч/год;  $T_{cp} = 7200$  ч/год.

### Билет № 19

1. Объясните, чем определяется наличие периодической и аperiodической составляющих в токе КЗ. Чем определяется необходимость снижения величин токов КЗ в энергосистеме? Каковы пути их снижения?
2. Расскажите, как обеспечивается пожарная безопасность в закрытых и открытых РУ.
3. Средняя нагрузка цеха №1 800 кВА, а цеха №2 400 кВА. Средний коэффициент мощности 0,85. Расстояние между цехами 200 м. Требуется решить, нужно ли сооружать подстанцию также при цехе № 2 (вариант 1) или питать его от подстанции при цехе №1 (вариант 2).

### Билет № 20

1. Поясните, какой эффект дает применение в энергосистемах быстродействующих устройств релейной защиты и отключающих аппаратов.
2. Приведите отличие комплектных распределительных устройств для внутренней установки (КРУ) от комплектных распределительных устройств для наружной установки (КРУН).
3. Выбрать число подстанций и мощность трансформаторов для питания цеха, среднегодовая нагрузка которого 2,6 МВА при  $\cos\varphi = 0,8$ . (Подстанции двухтрансформаторные комплектные). Расстояние от шин 10 кВ ЦРП - 0,3 км. При каком расстоянии между подстанциями выгоднее сооружение одной подстанции вместо двух.

### Билет № 21

1. Поясните, какие виды КЗ возможны в сетях с эффективно заземленными и незаземленными нейтральными.
2. Поясните, в чем заключается особенность КРУ с расположением выключателей на выкатном элементе? Какие типы выключателей применяются в КРУ? В чем преимущества КРУ перед ЗРУ?
3. Трансформатор с постоянной времени нагрева масла  $\tau = 3,5$  ч работает при начальной нагрузке, равной 50% номинальной, и температуре охлаждающей среды  $\theta = 200^{\circ}\text{C}$ . В аварийном режиме трансформатор может нести нагрузку, равную 140% его номинальной мощности в течение 5 дней или 5,5 ч в течение суток. Следует выяснить, насколько сократится срок службы трансформатора при работе в этих условиях.

### Билет № 22

1. Изложите суть методики проверки термической стойкости электрических аппаратов и токоведущих частей.
2. Перечислите меры, обеспечивающие нормальную работу оборудования в КРУН в зимнее время при низких температурах.
3. Выбрать число и мощность трансформаторов ГПП машиностроительного завода, если значение нагрузки наиболее загруженного дня  $S_m = 25$  МВА. Приемники электроэнергии 1-й категории на заводе потребляют мощность 10 МВА.

### Билет № 23

1. Перечислите преимущества применения сдвоенных токоограничивающих реакторов перед одинарными
2. Назовите конструктивные особенности КРУ с элегазовой изоляцией (КРУЭ). Укажите их преимущества перед КРУ с воздушной изоляцией.
3. Определить число и мощность трансформаторов для завода черной металлургии, расчетная мощность которого 22 МВА, График равномерный, коэффициент заполнения практически равен единице.

### Билет № 24

1. Перечислите способы гашения дуги, применяемые в аппаратах до 1 кВ и выше
2. Назовите область применения комплектных трансформаторных подстанций (КТП).
3. Проектная расчетная нагрузка равна 40 МВА, а период освоения 4 года, после чего нагрузка ежегодно растет на 2 МВА. Выбрать число и мощность главных трансформаторов на подстанции.

### Билет № 25

1. Опишите, какую форму имеет плавкая вставка в предохранителях типов ПР и ПН. Для какой цели принята такая форма?
2. Поясните, в чем заключается особенность конструкции открытого РУ с гибкой ошиновкой по сравнению с открытым РУ, имеющим жесткую ошиновку.
3. Для питания производственного корпуса, максимальная и средняя нагрузка которого 14 и 12 МВА, сооружаются пять двухтрансформаторных подстанций с трансформаторами 1,6 МВА. Выяснить, выгодно ли питать все трансформаторы радиальными линиями кабелями  $3 \times 95$  мм<sup>2</sup> (вариант 1) или при одной из цеховых подстанций выгоднее оборудовать РП, к шинам 6 кВ которого присоединить трансформаторы (вариант 2). Расстояние от ГПП до РП 0,3 км. При варианте 2 общая длина линий к отдельным трансформаторам уменьшается на 4 км.

#### 4. Критерии и шкала оценивания ответа обучающегося на экзамене:

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
<i>Отлично</i>	Обучающийся владеет знаниями и умениями дисциплины в полном объеме рабочей программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы экзаменационного билета, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать, и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы, решает задачи повышенной сложности.
<i>Хорошо</i>	Обучающийся владеет знаниями и умениями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; умеет решать средней сложности задачи.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся владеет обязательным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов. Обучающийся способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом знаний.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся не освоил обязательного минимума знаний по дисциплине, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора.