

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

**Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта –
структурное подразделение ФГБОУ ВО ПГУПС**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

и контрольные задания

для студентов

заочной формы обучения

по МДК 01.03. Релейная защита и автоматические системы управления
устройствами электроснабжения

ПМ.01. Техническое обслуживание оборудования
электрических подстанций и сетей

специальность № 13.02.07

Электроснабжение (по отраслям)

(для железнодорожного транспорта)

Санкт-Петербург
2017

Методические указания составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников СПО по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ 01. Техническое обслуживание электрических подстанций и сетей. Методические указания предназначены для подготовки и выполнения контрольных работ обучающимися по заочной форме обучения.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)
Протокол №_11_ от _19.05.2017
Председатель _____
Ройзен О.Г.

Методические рекомендации согласованы и зарегистрированы в методическом кабинете.

№ регистрации 4 от 16.06. 2017

Зав.методическим кабинетом

Божук Г.А.

Составитель:

Ройзен О.Г.

Рецензенты:

Алексеев А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Рабочая программа междисциплинарного курса	7
2. Перечень вопросов для подготовки к зачету	28
3. Перечень вопросов для подготовки к экзамену (квалификационному)	34
4. Задание на контрольную работу	38
5. Методические указания к выполнению контрольной работы	51
6. Перечень практических занятий по плану заочного отделения	61
7. Перечень рекомендуемой литературы	62

ВВЕДЕНИЕ

Программой междисциплинарного курса **01.03. Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения** в рамках обучения по программе профессионального модуля **01. Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей** предусматривается освоение профессиональных компетенций:

ПК 1.1. Читать и составлять электрические схемы электрических подстанций и сетей;

ПК 1.4. Выполнять основные виды работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок, систем релейных защит и автоматизированных систем;

ПК 1.5. Разрабатывать и оформлять технологическую и отчетную документацию.

В процессе изучения материала, выполнения практических и лабораторных работ и подготовки контрольной работы обучающиеся осваивают общие компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий;

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;

ОК 9 Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Содержание учебного материала базируется на современных устройствах релейной защиты, автоматики и телемеханики, эксплуатируемых в настоящее время на железных дорогах, с учетом новейших достижений в области автоматических устройств, аппаратуры и автоматизации систем управления электроснабжением инфраструктуры железнодорожного транспорта, может быть полезно при подготовке ремонтного персонала ремонтно-ревизионных участков, а также административно-технического персонала дистанций электроснабжения.

Для успешного освоения междисциплинарного курса необходимы теоретические основы, ранее полученные студентами при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Инженерная графика», «Электротехника и электроника», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Общий курс железных дорог», «Информационные технологии в профессиональной деятельности». В дальнейшем развитие освоения компетенций будет продолжено в рамках дипломного проектирования.

В результате изучения междисциплинарного курса обучающийся должен иметь практический опыт: по составлению электрических схем устройств электрических подстанций и сетей, модернизации схем электрических устройств подстанций, обслуживания оборудования распределительных устройств электроустановок, применения инструкций и нормативных правил при составлении отчетов и разработке технологических документов;

уметь: разрабатывать электрические схемы устройств электрических подстанций и сетей, вносить изменения в принципиальные схемы при замене

приборов аппаратуры распределительных устройств, обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок, использовать нормативную техническую документацию и инструкции, выполнять расчеты рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок и выбирать оборудование, оформлять отчеты о проделанной работе; знать: устройство оборудования электроустановок, условные графические обозначения элементов электрических схем, логику построения схем, типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых электроустановок, виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств, основные положения правил технической эксплуатации электроустановок, виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения, схемы и принцип действия устройств релейной защиты, автоматики и автоматизированных систем управления.

Весь программный материал междисциплинарного курса сведен в задание контрольной работы, составленной в 50 вариантах. Номер варианта контрольных работ определяется двумя последними цифрами шифра студента. Номера вопросов и задач для каждого варианта указаны в таблице 1.

После рабочей программы междисциплинарного курса и кратких методических указаний по изучению материала приведен перечень вопросов, рекомендованных для подготовки к зачету и практикоориентированных заданий для подготовки к квалификационному экзамену по профессиональному модулю.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения практического опыта в расчетах программой предусмотрены практические занятия и лабораторные работы.

Практические и лабораторные работы выполняются под руководством преподавателя в сроки, предусмотренные учебным графиком.

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА

Раздел 5. Устройство и эксплуатация систем релейной защиты и автоматизированных систем управления

Тема 5.1. Релейная защита оборудования электроустановок

Релейная аппаратура. Требования к ней. Конструкция и принцип работы реле. Релейная защита линий электропередач. Виды защит, их назначение, схемы и принцип действия. Максимальная токовая защита и токовая отсечка. Схемы защит и расчет уставок, зоны и принцип действия. Направленная максимальная токовая защита, максимальная токовая защита с пуском по напряжению. Поперечная дифференциальная защита. Схемы защит и расчет уставок, зоны и принцип действия. Дистанционная защита. Защиты от замыканий на землю. Схемы защит и расчет уставок, зоны и принцип действия. Релейная защита силовых трансформаторов. Виды защит, их назначение, схемы и принцип действия. Релейная защита силовых трансформаторов: МТЗ и ТО, их схемы, зона и принцип действия, расчет защит, область применения. Газовая защита силовых трансформаторов: зона и принцип действия, область применения. Дифференциальная защита, схема, зона и принцип действия, расчет защиты, область применения. Релейная защита трансформаторов собственных нужд: МТЗ и ТО, их схемы, зона и принцип действия, расчет защит. Защита от перегрузок. Виды защит преобразователей. Построение схем защиты. Земляная защита распределительных устройств 3,3 кВ. Микропроцессорные защиты. Структура, принцип действия, основные функции. Микропроцессорные защиты фидеров районных потребителей и трансформаторов. Функциональные схемы защит.

Методические указания

При ссылке в дальнейшем на литературу указывается ее номер согласно приведенному в конце брошюры перечню литературы. Например, [2].

Релейной защитой называют автоматические устройства, служащие для выявления коротких замыканий и ненормальных режимов, и воздействующие в необходимых случаях на механизм отключения выключателей или на сигнал. Релейная защита является частью комплекса устройств автоматики в системе электроснабжения железных дорог и вместе с устройствами АПВ и АВР образует систему противоаварийной автоматики. Релейная защита может быть индивидуальной, если контролирует только 1 объект, продольной (объединяет защиты на разных концах линии) и поперечной (объединяет разные объекты, присоединенные к общим шинам). В состав релейной защиты в общем случае входят: измерительный орган, состоящий из измерительной схемы и схемы сравнения, логическая часть, блок сигнализации, выходной орган.

Основными элементами релейной защиты являются реле. Реле - автоматически действующий аппарат, предназначенный производить скачкообразные изменения в управляемых системах при заданном значении воздействующей на него величины (тока, напряжения и т.д.).

Релейная защита в основе своей может выполняться на различной элементной базе: релейно-контактной, электронной, микроэлектронной, микропроцессорной. Конструкция и принцип работы электромеханических реле рассмотрены в §§ 7.2, 7.3 [1] и в [5, 6].

К устройствам релейной защиты предъявляются следующие требования:

1. *Селективность* (избирательность) - способность с заданным быстродействием отключать только поврежденный элемент системы. Короткие замыкания в пределах защищаемой зоны называются внутренними, за пределами – внешними. Селективность может быть абсолютной и относительной (если необходимо отключить только внешние короткие замыкания). С этой целью защиты выполняют с выдержкой времени. Защитоспособность – способность защищать данный объект при всех видах коротких замыканий. Часть контролируемой линии, в пределах которой защита не реагирует на КЗ, называется мертвой зоной. Мертвые зоны перекрываются резервными защитами.

1. *Быстродействие* определяется необходимым временем отключения короткого замыкания. Защиты, время действия которых не превышает 0,1 с, называются быстродействующими.
2. *Устойчивость* характеризуется чувствительностью к коротким замыканиям при внутренних КЗ и нечувствительностью при внешних КЗ. Чувствительность – способность защиты реагировать на повреждения в защищаемой зоне при неблагоприятных условиях. Она характеризуется коэффициентом чувствительности, который должен быть не менее 1,5, а для дифференциальных защит – не менее 2, для резервных – более 1,25.
3. *Надежность* - способность защиты выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения эксплуатационных показателей в заданных пределах. Надежность функционирования релейной защиты заключается в ее надежном срабатывании при поступлении требования срабатывания и надежном несрабатывании при поступлении требования несрабатывания. С этой целью для каждого присоединения выполняются основная и резервная защиты.

Для защиты линий электропередач применяются: максимальная токовая защита, токовая отсечка, максимальная токовая направленная защита, дистанционная защита, продольная токовая дифференциальная защита, поперечная токовая дифференциальная защита, направленная высокочастотная защита, дифференциально-фазная защита, токовая защита нулевой последовательности, защита по уровню напряжения нулевой последовательности, направленная защита нулевой последовательности. Схемы, принцип работы и методы расчета релейных защит линий электропередачи рассмотрены в §§ 7.4. – 7.9 [1] и в [5, 6].

Трансформаторы защищают от внутренних повреждений, сопровождающихся многофазными или однофазными короткими замыканиями, «пожаром стали», и от ненормальных режимов. «Пожар стали» образуется в результате местного перегрева магнитопровода вихревыми токами при его повреждениях. Однофазные замыкания делятся на замыкания обмоток на

землю и на замыкания между витками одной фазы. Для защиты от внутренних коротких замыканий и повреждений применяют, главным образом, токовую отсечку, газовую и дифференциальную защиты.

К ненормальным режимам относятся внешние короткие замыкания, перегрузки, понижение уровня масла. При внешних коротких замыканиях через обмотки трансформатора протекают большие токи, которые могут во много раз превышать номинальный ток трансформатора и поэтому опасны для него. Внешние короткие замыкания (сверхтоки) сопровождаются снижением напряжения в сети за трансформатором. Для защиты от таких коротких замыканий применяют, как правило, максимальную токовую защиту, максимальную токовую защиту с блокировкой (пуском) минимального напряжения, токовую защиту нулевой последовательности и защиту обратной последовательности.

Перегрузки трансформатора обуславливаются режимами работы электроприемников и не сопровождаются обычно существенным снижением напряжения в сети. По условиям нагрева масляные трансформаторы даже при токе в 2 раза выше номинального могут оставаться в работе до 10 мин. Для защиты от перегрузки используется обычно максимальная токовая защита с выдержкой времени. Более подробно защиты трансформаторов можно изучить, прочитав §§ 7.10 - 7.12 [1] и соответствующие главы в учебниках [5, 6].

В устройствах релейной защиты, автоматики и телемеханики в настоящее время широко применяются устройства, выполненные на основе микропроцессорных контроллеров. Программируемый контроллер - это электронная машина, предназначенная для управления последовательными логическими процессами в условиях промышленной среды в реальном масштабе времени. В состав микропроцессорного контроллера обычно включаются устройства ввода-вывода информации, центральный блок (состоящий из памяти и процессора), периферийные устройства. Микропроцессорные устройства релейной защиты, кроме стандартных функций управления, защиты, автоматики и сигнализации, выполняют функции

самодиагностики, сложных защит (резервирование отказов выключателя, логическая защита шин, дуговая защита, автоматическая частотная разгрузка и т.д.), хранения информации о переключениях, анализа характера аварийных процессов, подсчета коммутационного ресурса аппаратов и многие другие. В состав микропроцессорных комплексов обычно включены входные преобразователи аналоговых и дискретных сигналов, аналогово-цифровой преобразователь с микропроцессорным управлением, микропроцессорные контроллеры, выполняющие функции вычислений и обработки алгоритмов защит, постоянное и оперативное запоминающие устройства, дисплей, пульт управления, выходные преобразователи (реле, коммуникационные порты), блок питания. Такие комплексы могут выполняться в едином корпусе или в виде отдельных составных частей. Для более подробного изучения особенностей работы микропроцессорных устройств релейной защиты рекомендуется ознакомиться с соответствующими главами учебников [5,6].

Целью проведения практических и лабораторных занятий - "Исследование работы реле тока", "Исследование работы реле напряжения", "Исследование работы реле времени", "Исследование работы промежуточного и указательного реле", "Исследование работы реле мощности", "Исследование работы микропроцессорного устройства защиты линии электропередачи", "Исследование работы микропроцессорного устройства защиты трансформатора", "Изучение конструкции реле (тока, напряжения, времени, промежуточного и указательного)", "Изучение конструкции реле сложных защит (сопротивления, мощности)", "Расчет МТЗ и ТО линии электропередачи", "Расчет МТЗ и ТО силового трансформатора", "Расчет дистанционной защиты линии электропередачи", - является закрепление знаний в области релейной защиты путем практического изучения конструкции и принципа действия реле и релейных комплексов, выполнения расчета релейной защиты для линий и трансформаторов, а также закрепление умений в снятии электрических характеристик и регулировании параметров срабатывания реле.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие реле будут относиться к логической части устройств релейной защиты?
2. Какой аппарат называется «реле»?
3. Какие электромагнитные реле будут являться измерительными органами в релейной защите?
4. Перечислите элементную базу современных устройств релейной защиты.
5. Какие параметры контролируются дистанционной защитой?
6. Что контролируют дифференциальные защиты?
7. Что подразумевает такое требование к релейной защите, как «Устойчивость (чувствительность)»?
8. Что подразумевает такое требование к релейной защите, как «Селективность»?
9. Что подразумевает такое требование к релейной защите, как «Быстродействие»?
10. Что подразумевает такое требование к релейной защите, как «Надежность»?
11. Какими способами регулируется ток срабатывания реле тока?
12. Как производится регулирование выдержки времени у реле времени?
13. Назовите отличия максимальной токовой защиты от токовой отсечки для линий электропередачи и для трансформаторов.

Тема 5.2. Автоматика устройств электроснабжения

Принципы управления электроснабжением. Автоматика питающих линий. Назначение устройств защиты и АПВ и основные требования к ним. Принцип действия схемы однократного АПВ для линий с односторонним питанием. Принцип действия схемы однократного АПВ для линий с двусторонним питанием. Устройства автоматического включения резерва. Схемы переключения питания фидеров СЦБ. Назначение автоматики фидеров контактной сети постоянного тока, основные требования к ней. Схема вторичной

коммутации фидера контактной сети. Автоматика фидеров тяговой сети переменного тока на электромеханических приборах, ее особенности. Автоматика трансформаторов. Виды устройств автоматики трансформаторов и принцип их работы. Принципиальные схемы защит и автоматики трансформаторов с вторичным напряжением выше 1000 В. Автоматика трансформаторов собственных нужд. Контроль напряжения на шинах распределительных устройств. Назначение, виды, схемы защит, автоматики включения и отключения агрегатов. Автоматика фидеров тяговой сети постоянного и переменного тока на основе цифровых комплексов релейной защиты. Автоматика трансформаторов на основе микропроцессорных устройств управления. Общеподстанционная автоматика. Контроллер общеподстанционной сигнализации.

Методические указания

Вопросы, связанные с автоматизацией управления электроснабжением, достаточно полно изложены в учебнике [2], с. 7-14. Общая структура автоматизированной системы управления электроснабжением может изменяться при дальнейшем совершенствовании устройств управления и систем диагностики. В настоящее время, вследствие активного развития сетей передачи данных, автоматизируется работа специалистов дистанции электроснабжения.

Схемы цепей вторичной коммутации выключателей питающих линий и фидеров районных потребителей обычно выполняют функции управления, защиты от коротких замыканий, автоматические функции и сигнализацию. Управление выключателями может осуществляться дистанционно и по телеуправлению. В качестве релейных защит, как правило, применяют максимальную токовую защиту и токовую отсечку. В качестве основной функции автоматики применяется автоматическое повторное включение для потребителей второй категории. Требования к устройствам АПВ приведены ниже. В качестве дополнительных функций автоматики может применяться

устройство резервирования отказов выключателей, логическая защита шин и т.д. Сигнализация положения выключателя отображается с помощью двух ламп: красной и зеленой. Пример схем АПВ для линий с односторонним двусторонним питанием приведен в §§3.1.2, 3.1.3 [2]. При изучении работы схемы для двустороннего питания линий следует обратить внимание на отсутствие цепей релейной защиты и сигнализации, которые выполняются аналогично цепям схемы линии с односторонним питанием. Принцип действия устройства АПВ на оперативном переменном токе изложен в §3.1.4 [2].

Основные требования к схемам АПВ

Схемы АПВ должны приходить в действие при автоматическом отключении выключателя, то есть без вмешательства оперативного персонала, например, при срабатывании защит.

Схемы АПВ не должны приходить в действие при оперативном отключении выключателя персоналом, а также при отключении выключателя релейной защитой сразу после его включения.

Схемы АПВ должны обеспечивать определенное количество повторных включений, т.е. действие с заданной кратностью.

Время действия АПВ, как правило, должно быть минимально возможным.

Схемы АПВ должны обеспечивать автоматический возврат в исходное положение готовности к новому действию после включения выключателя.

Устройства автоматического включения резерва предназначены для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей первой категории. Приведенные на с.130-138 [2] различные схемы устройств АВР в полной мере реализуют приведенные ниже требования к этим устройствам. На практике схемы цепей вторичной коммутации выключателей вводов, секционных выключателей, линий автоблокировки содержат также цепи оперативного управления, релейной защиты и сигнализации, а также цепи общего контроля изоляции, связи с устройствами телемеханики, общеподстанционной сигнализации.

Основные требования к схемам АВР

Схема АВР должна приходить в действие при исчезновении напряжения на шинах потребителя по любой причине.

Действие АВР должно быть однократным.

Схема АВР не должна приходить в действие до отключения выключателя рабочего источника питания.

Включение резервного источника выполняется лишь при наличии напряжения на нем.

Особенностью защиты фидеров контактной сети переменного тока ([3], с. 92-98, 112-113) является применение электронных устройств дистанционной защиты и телеблокировки. При реконструкции тяговых подстанций эти защиты могут заменяться цифровыми устройствами, устройство и принцип действия которых рассмотрен в §8.7.2 [6]. Особенности цифровых (микропроцессорных) блоков заключаются в выполнении функций измерений основных параметров фидеров контактной сети как в нормальном, так и в аварийном режимах, запоминании всех событий, передаче информации устройствам телемеханики. Особое внимание при изучении принципа действия схем следует обратить на требования к устройствам АПВ фидеров контактной сети, так как контактная сеть не имеет резерва. Для фидеров контактной сети тяговых подстанций постоянного тока предусмотрено двукратное АПВ с предварительным испытанием контактной сети на короткое замыкание. Для фидеров контактной сети тяговых подстанций переменного тока предусмотрено однократное АПВ. При двухстороннем питании контактной сети переменного тока в целях ликвидации мертвых зон применяются устройства АПВ в комплексе с устройствами телеблокировки.

Как известно из МДК 01.04. «Устройство и техническое обслуживание специального оборудования тяговых подстанций», в качестве коммутационных аппаратов на фидерах контактной сети постоянного тока применяются быстродействующие выключатели, которые сами выполняют функции устройств релейной защиты. Схемы автоматики фидеров контактной сети

постоянного тока содержат цепи включения, отключения и сигнализации. В связи с внедрением на ряде направлений железной дороги скоростного и высокоскоростного движения возрастают требования к параметрам тяговой сети. С целью автоматизации сбора информации об уровне напряжения и токах в контактной сети и контроля состояния выключателей, на тяговых подстанциях устанавливаются цифровые устройства защиты фидеров контактной сети постоянного тока. Конструкция и принцип действия этих устройств подробно описаны в §9.9 [6].

Принцип действия основных функций автоматики понижающих трансформаторов можно изучить по учебнику [2], с.144. В настоящее время широкое применение находит такая функция автоматики, как автоматическая частотная разгрузка. С помощью измерительных устройств производится непрерывный контроль частоты преобразуемого напряжения. При перегрузке частота может отклониться в сторону понижения, что приводит к ухудшению качества вырабатываемой электроэнергии. В этом случае защита отключает перегруженное присоединение, а затем вновь включает по АПВ.

Принцип действия защит и автоматики двухобмоточного понижающего трансформатора приведен в §4.2 [2]. При изучении схемы следует обратить внимание на разницу в схемах управления выключателями высокой и низкой стороны. Все функции управления, защиты и автоматики осуществляются с помощью схемы выключателя высокой стороны, тогда как выключатель низкой стороны управляется через контакты повторителей первого выключателя. В схеме отсутствуют цепи сигнализации положения выключателей. Аналогичная схема автоматики для трехобмоточного трансформатора будет содержать цепи управления, соответственно, тремя выключателями.

При изучении особенностей работы схемы автоматики трансформатора собственных нужд по §4.3 [2] следует обратить внимание на наличие схем управления контакторами низкой стороны. В отличие от контактора высоковольтного выключателя, который работает кратковременно, контакторы низкой стороны остаются включенными и получают питание через

ограничительные резисторы. В схеме также имеются повторители контакторов, необходимые для организации цепей сигнализации. В §4.4 [2] приведена схема автоматического контроля напряжения на шинах РУ 27,5 кВ. Для трехфазных трансформаторов напряжения схемы подключения будут отличаться. Принцип подключения трансформаторов напряжения можно повторить по учебнику [1].

Перед изучением схемы автоматики преобразователя следует повторить принцип действия преобразовательных агрегатов по учебнику [1]. Схема цепей вторичной коммутации, приведенная в §4.5 [2], выполнена для преобразовательного агрегата с нулевой шестипульсовой схемой выпрямления и содержит цепи управления быстродействующим выключателем ВАБ-28. Схемы автоматики для преобразовательного агрегата с двенадцатипульсовой схемой выпрямления будут отличаться большим количеством защит, в том числе защитой от пробоя диодов в выпрямителе, в качестве катодного автомата может применяться выключатель ВАБ-49. При изучении работы схемы следует обратить внимание на цепи блокировок включения. Подобными цепями блокировок безопасности оснащены все схемы вторичной коммутации высоковольтного оборудования. Микропроцессорные блоки релейной защиты устанавливаются в ячейках выключателей переменного тока и управляют двумя коммутационными аппаратами – выключателем и катодным автоматом. Функции типовых блоков и схема внешних подключений представлены на с. 489-492 [6]. Схема общеподстанционной сигнализации изучается по учебнику [3], с.130.

Целью проведения лабораторных занятий - "Исследование схемы и элементов автоматики фидера питающей линии (ввода подстанции)"; «Исследование схемы и элементов автоматики фидера питающей линии районного потребителя», "Исследование схемы и элементов автоматики фидера питающей линии специального назначения (фидера контактной сети)", "Обнаружение неисправностей в схеме автоматики фидера питающей линии районного потребителя", "Обнаружение неисправностей в схеме автоматики фидера питающей линии специального назначения (фидера контактной сети)",

"Исследование схемы и элементов автоматики понижающего трансформатора", "Исследование схемы и элементов автоматики трансформатора собственных нужд", "Обнаружение неисправностей в схеме автоматики трансформатора", "Исследование схемы и элементов общеподстанционной сигнализации" - является закрепление знаний и умений в области устройств автоматики путем практического изучения взаимодействия элементов схемы в различных режимах работы; приобретение практических навыков в поиске и устранении возможных неисправностей в схемах релейной автоматики.

Вопросы для самоконтроля

1. Что относится к техническим объектам управления в АСУЭ?
2. Что представляет собой иерархический принцип управления?
3. Какие задачи управления выполняет энергодиспетчер?
4. В каком режиме работы системы электроснабжения действуют автоматические устройства первого уровня?
5. В каком случае должны приходиться в действие устройства АПВ?
6. Чем определяется время действия устройств АПВ?
7. С какой целью выполняется ускоренное отключение выключателя от максимальной токовой защиты?
8. С какой целью производится контроль синхронизма в схеме АПВ линии с двухсторонним питанием?
9. Что является сигналом к приведению в действие устройств АВР?
10. В какой линии должно присутствовать напряжение для успешного срабатывания устройств АВР?
11. Какие линии являются резервными для электроснабжения устройств автоблокировки?
12. Какое реле контролирует наличие напряжения в линиях при выполнении АВР на оперативном переменном токе?
13. Особенности режимов работы контактной сети по сравнению с линиями электропередач.

14. Каким образом обеспечивается бесперебойность электроснабжения тяги поездов?
15. Почему при перегрузке трансформатора необходимо включать принудительную вентиляцию?
16. Каковы последствия снижения напряжения на шинах подстанции?
17. Условия срабатывания автоматического включения резерва трансформатора.
18. Какие защиты могут автоматически отключить понижающий трансформатор?
19. Отключится ли при срабатывании релейной защиты контактор низкой стороны трансформатора собственных нужд?
20. В каких случаях срабатывает реле неисправности?
21. Какую роль играет реле блокировки в схеме автоматики трансформатора напряжения?
22. В каких случаях блокируется включение преобразовательного агрегата?
23. При оперативном автоматическом включении преобразователя, какой высоковольтный коммутационный аппарат включается первым?
24. При каком условии включается резервный преобразователь?
25. Чем отличаются аварийная и предупредительная общеподстанционные сигнализации?
26. Какие функции выполняют микропроцессорные устройства защиты и автоматики?

Тема 5.3. Техническое обслуживание устройств релейной защиты и автоматики

Требования к выполнению работ по техническому обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики. Виды и периодичность технического обслуживания релейных защит. Технические осмотры и опробования. Состав работ. Заполнение отчетной документации. Профилактический контроль устройств релейной защиты и автоматики. Состав работ. Заполнение отчетной

документации. Проверки устройств защиты и автоматики при новом включении. Состав работ. Особенности технического обслуживания микропроцессорных комплексов релейной защиты.

Методические указания

Основные сведения по видам и составу работ технического обслуживания приведены на с.306-312 учебника [3]. При проверке и наладке микропроцессорных устройств различного назначения, как правило, используют переносной компьютер и цифровые измерительные приборы. Универсальным средством проверки и наладки устройств релейной защиты является прибор «РЕТОМ» (реле-томограф). С помощью этого устройства можно выполнять испытания различных типов реле, счетчиков электроэнергии, устройств автоматики, задавать токи и напряжения любой формы, воспроизводить аварийные процессы.

Для релейных защит и устройств автоматики, в соответствии с требованиями отраслевого стандарта, устанавливаются следующие виды технического обслуживания и ремонта:

- плановые – проверка при новом включении, осмотр, опробование, профилактический контроль, профилактическое восстановление;
- внеплановые - настройка и ремонт после отказа.

В состав работ, выполняемых при осмотрах, входят: внешний осмотр, предварительная проверка сопротивления изоляции, технологические операции, проверки и испытания индивидуального характера. С периодичностью и подробным порядком проведения осмотров и других видов технического обслуживания и ремонта устройств релейной защиты и автоматики можно ознакомиться, изучив соответствующие пункты инструкции [8] или сборник справочных материалов [9], руководства по эксплуатации различных релейных защит и релейных комплексов.

Целью проведения лабораторных занятий – "Технический осмотр устройства релейной защиты и автоматики", "Опробование устройства релейной защиты и автоматики", "Комплексная проверка устройства защиты и

автоматики питающей линии", "Комплексная проверка устройства защиты и автоматики трансформатора", "Тестовый контроль микропроцессорного устройства релейной защиты и автоматики", "Проверка устройства релейной защиты и автоматики при новом включении" – является закрепление знаний и умений в области технического обслуживания устройств релейной защиты и автоматики путем получения практических навыков проведения технических осмотров, опробований, комплексной проверки устройств релейной защиты и автоматики, тестового контроля микропроцессорных устройств релейной защиты.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие неисправности и нарушения могут быть выявлены в результате технических осмотров?
2. Кто из персонала, обслуживающего подстанцию, и с какой периодичностью выполняет опробование? Какое событие может быть засчитано за проведение очередного опробования?
3. Почему при проведении опробований рекомендуется понижать напряжение оперативных цепей?
4. В какие виды технического обслуживания входит комплексная проверка устройств релейной защиты?
5. При каком соотношении тока аварийного режима и тока уставки реле должно обеспечиваться его надежное срабатывание?
6. Какие функции схем релейной защиты и автоматики трансформаторов проверяются при комплексной проверке?
7. Какие инструкции определяют требования к проведению комплексных проверок устройств релейной защиты и автоматики?
8. С какой целью необходимо выполнять проверку электрического сопротивления изоляции?
9. Какие неисправности и нарушения могут быть выявлены в результате тестового контроля?

10. Кто имеет право проводить проверки при новом включении и кто должен подписывать протокол проверки?
11. Какие испытательные установки могут быть использованы при наладке устройств релейной защиты и автоматики?
12. Какая документация заполняется при подготовке устройства релейной защиты к включению?

Тема 5.4. Автоматизированные системы управления

Автоматизация работы систем электроснабжения. Способы управления и передачи информации. Принципы построения устройств телемеханики. Аппаратура автоматизированных систем управления на диспетчерских пунктах. Работа в режимах телеуправления и телеконтроля. Аппаратура автоматизированных систем управления на контролируемых пунктах. Работа в режимах телеконтроля и телеуправления. Стойки контролируемых пунктов. Назначение. Технические характеристики. Конструкция стоек. Работа стоек в режиме телеуправления, телесигнализации и телеконтроля. Аварийная и предупредительная сигнализация. Шкаф управления подстанцией. Назначение. Технические характеристики. Конструкция. Режимы работы.

Методические указания

При освоении материала по учебнику [2], с.164-182, особое внимание следует уделить организации временного разделения элементов сигнала, так как оно применяется в различных системах телемеханики достаточно широко. При знакомстве с видами телемеханических устройств следует учесть, что в настоящее время аппаратура современных энергодиспетчерских пунктов выполняется на базе компьютеров. Микропроцессорная система телемеханики АСТМУ является в настоящее время наиболее перспективной. Для ознакомления с ее работой рекомендуется посещение энергодиспетчерского пункта дистанции электроснабжения. В системе АСТМУ энергодиспетчерские

пункты оснащаются компьютерами, объединенными в локальную сеть, отображение информации осуществляется с применением жидкокристаллических дисплеев, на которых отображается схема энергоучастка. В этом случае для передачи приказа диспетчер использует не пульт управления, а клавиатуру компьютера и манипулятор "мышь". На энергодиспетчерском пункте нет специальной преобразовательной аппаратуры, информация поступает в запоминающие устройства компьютеров. В состав аппаратуры диспетчерских пунктов могут входить не только системы телемеханического управления подстанциями, но и устройства передачи информации от поездных диспетчеров, серверы, и т.д. На энергодиспетчерских пунктах участков дороги с высокоскоростным движением осуществляется автоматизированный сбор параметрической информации по фидерам контактной сети. В качестве аппаратуры каналов связи могут использоваться модемы и оптоэлектронные модули. Модем МДМ, предназначенный для работы с каналами связи тонального диапазона частот, состоит из микропроцессорного контроллера, модулятора/демодулятора, полосового фильтра, согласующих цепей линейного входа и выхода, схемы проверки питания, регулятора уровня сигнала на линейном выходе, схемы контроля длительности передаваемого сигнала, линейного выходного каскада. Принцип организации и конструкция волоконно-оптических линий связи достаточно полно представлены в учебнике [3] на с.263-277. Использование оптической среды для передачи информации имеет большие преимущества, так как данный вид связи безопасен, защищен от электромагнитного воздействия и несанкционированного доступа, у него большая пропускная способность и т.д. Основным недостатком волоконно-оптических каналов связи является их высокая стоимость. Данный вид связи наиболее перспективен с учетом необходимости развития микропроцессорных систем измерения и диагностики, которые требуют быстрой передачи большого количества информации.

Микропроцессорные (цифровые) устройства автоматики, как правило, полностью совместимы с системами телемеханики и выполняют функции

устройств телесигнализации и телеизмерения. Микропроцессорные системы телемеханики также выполняются на основе программируемых контроллеров. Аппаратура контролируемых пунктов в этих системах не подразделяется на телеуправление и телесигнализацию, а выполняется в виде единых шкафов с общим управлением. Шкаф контролируемого пункта может соединяться с операторской станцией дежурного персонала подстанции. Система АСТМУ постоянно совершенствуется, появляются новые модификации. Подробнее с одним из вариантов микропроцессорной системы телемеханики (автоматизированной системой управления тяговой подстанцией на базе интеллектуальных терминалов) можно ознакомиться на с.87-93 [7]. В хозяйстве электроснабжения также используется система АСУЭ, которая объединяет все подразделения с помощью сети передачи данных ОАО «РЖД». Основные сведения о принципах построения АСУЭ приведены на с.278-296 учебника [3].

Общее представление об организации автоматизированного учета электроэнергии можно получить, прочитав с.296-303 [3]. В связи с интенсивным развитием волоконно-оптической и других видов связи, для организации учета электроэнергии могут использоваться сети передачи данных (СПД), спутниковая связь, выделенные линии ВОЛС и т.д.

Целью проведения практических занятий – "Ознакомление с оборудованием энергодиспетчерского пункта", "Ознакомление с аппаратурой телемеханики контролируемого пункта (подстанции)", "Изучение конструкции стойки контролируемого пункта", "Построение схемы сбора и передачи информации на контролируемом пункте", "Исследование взаимодействия шкафа управления подстанцией и рабочего места энергодиспетчера при передаче команд телеуправления", "Исследование взаимодействия шкафа управления подстанцией и рабочего места энергодиспетчера при приеме телесигнализации" – является закрепление знаний в области автоматизированных систем управления путем практического ознакомления с составом оборудования энергодиспетчерского и контролируемого пунктов, исследования работы стойки телемеханики при формировании команд

телеуправления и приема телесигнализации и телеизмерительной информации; приобретение практических навыков в проверке работы стоек телемеханики в режиме телеуправления и телесигнализации.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличаются дистанционное управление и телеуправление?
2. Какая аппаратура устройств телемеханики расположена на диспетчерском пункте?
3. Какими техническими средствами оснащается автоматизированное рабочее место энергодиспетчера?
4. Какие виды информации поступают на энергодиспетчерский пункт с тяговых подстанций?
5. Какая аппаратура устройств телемеханики расположена на контролируемом пункте?
6. С помощью каких устройств организуется временное разделение элементов сигнала?
7. Преимущества кодового избирания элементов сигнала.
8. В чем преимущество микропроцессорных систем телемеханики?
9. Что такое «мода»?
10. С какой целью в оптических кабелях применяются металлические проволоки?
11. Чем отличается оптический повторитель от оптического усилителя?
12. Что является источниками информации в автоматизированных системах управления?
13. В чем отличие устройств ввода аналоговой и дискретной информации?
14. С какой целью в хозяйстве электроснабжения внедряется система АСУЭ?
15. Какие технические средства необходимы для автоматизированного управления тяговой подстанцией?
16. Какие виды счетчиков электроэнергии применяются в системе автоматизированного учета?

17. Какие задачи решает автоматизация учета потребления электроэнергии?

Тема 5.5. Техническое обслуживание автоматизированных систем управления

Требования к выполнению работ по техническому обслуживанию аппаратуры автоматизированных систем управления. Виды и периодичность технического обслуживания аппаратуры автоматизированных систем управления. Особенности технического обслуживания аппаратуры телемеханики на дискретных элементах и интегральных микросхемах. Технические осмотры и опробования. Состав работ. Заполнение отчетной документации. Профилактический контроль аппаратуры автоматизированных систем управления. Состав работ. Заполнение отчетной документации. Особенности технического обслуживания микропроцессорных автоматизированных систем управления. Виды самодиагностики микропроцессорных устройств телемеханики. Поиск и устранение неисправностей в микропроцессорных системах телемеханики.

Методические указания

Основные сведения по видам и составу работ технического обслуживания электронных систем телемеханики приведены на с.306-312 учебника [3]. При проверке и наладке микропроцессорных систем телемеханики, как правило, используют переносной компьютер и цифровые измерительные приборы.

Для систем телемеханики и средств постоянного технического диагностирования, в соответствии с требованиями отраслевого стандарта, устанавливаются следующие виды технического обслуживания и ремонта:

- плановые – проверка при новом включении, осмотр, опробование, профилактический контроль, профилактическое восстановление;
- внеплановые - настройка и ремонт после отказа.

В состав работ, относящихся к технологическим операциям, проверкам и испытаниям индивидуального характера (устройств телемеханики), входят: контроль исправности встроенного блока питания; контроль механической

части реле и состояния контактных поверхностей; проверка уровней сигнала в каналах связи; установка сетевого адреса устройства в АСУ; показаний встроенных часов и календаря; задание конфигурации устройства в целом и его отдельных частей; контроль правильности отображения значений контролируемых физических величин; контроль правильности исполнения команд телемеханики; функций телесигнализации и телеизмерений. С периодичностью и подробным порядком проведения осмотров и других видов технического обслуживания и ремонта устройств телемеханики можно ознакомиться, изучив соответствующие пункты инструкции [8], руководства по эксплуатации различных стоек и шкафов телемеханики контролируемых пунктов.

Целью проведения лабораторных занятий – "Проверка работы аппаратуры энергодиспетчерского пункта", "Проверка работы аппаратуры контролируемого пункта в режиме приема команды управления", "Проверка работы аппаратуры контролируемого пункта в режиме телесигнализации", "Исследование работы аппаратуры каналов связи в режиме телеуправления", "Исследование работы аппаратуры каналов связи в режиме телесигнализации" – является закрепление знаний и умений в области технического обслуживания автоматизированных систем управления путем практического исследования работы оборудования энергодиспетчерского пункта, работы стойки контролируемого пункта и аппаратуры канала связи в режиме телеуправления и телесигнализации (в лабораторных условиях).

Вопросы для самоконтроля

1. Какими нормативными документами следует руководствоваться при проверке телемеханических устройств?
2. Какие неисправности могут быть выявлены при проверке работы аппаратуры телемеханики энергодиспетчерского пункта?
3. Какие модули входят в состав стоек контролируемого пункта?
4. Укажите порядок проверки работы стойки в режиме телеуправления и телесигнализации.

5. Из каких составляющих выполняется аппаратура каналов связи системы телемеханики?
6. Какая сигнализация или другие сообщения самодиагностики позволяют выявить неисправность модема?

2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Приведите требования к устройствам релейной защиты и поясните их значение.
2. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия электромагнитного реле тока.
3. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия электромагнитного реле напряжения.
4. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия электромагнитных реле времени.
5. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия промежуточных реле.
6. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия указательных реле.
7. Приведите назначение и объясните принцип действия максимальной токовой защиты ЛЭП.
8. Приведите назначение и объясните принцип действия токовой отсечки ЛЭП.
9. Поясните принцип действия и порядок расчета уставок совместной схемы максимальной токовой защиты и токовой отсечки ЛЭП в случае близкого короткого замыкания.
10. Поясните принцип действия и порядок расчета уставок совместной схемы максимальной токовой защиты и токовой отсечки ЛЭП в случае длительной перегрузки.
11. Приведите назначение и объясните принцип действия максимальной токовой защиты ЛЭП с блокировкой по напряжению.

12. Приведите назначение и объясните принцип действия направленной максимальной токовой защиты ЛЭП.
13. Приведите назначение и объясните принцип действия дистанционной защиты ЛЭП.
14. Приведите назначение и объясните принцип действия максимальной токовой защиты трансформатора.
15. Приведите назначение и принцип действия токовой отсечки трансформатора.
16. Приведите назначение и объясните принцип действия газовой защиты трансформатора.
17. Приведите назначение и объясните принцип действия дифференциальной токовой защиты трансформаторов.
18. Приведите назначение и принцип действия земляной защиты тяговой подстанции постоянного тока.
19. Приведите требования к устройствам автоматического повторного включения и автоматического включения резерва.
20. Приведите конструкцию и принцип действия реле РПВ-58.
21. Перечислите конструктивные особенности, преимущества и недостатки микропроцессорных релейных защит типа БМРЗ.
22. Перечислите конструктивные особенности, преимущества и недостатки цифровых защит типа ЦЗА – 27,5.
23. Перечислите конструктивные особенности, преимущества и недостатки цифровой защиты типа ЦЗАФ – 3,3.
24. Приведите назначение и основной состав аппаратуры микропроцессорной системы телемеханики на энергодиспетчерском пункте.
25. Приведите назначение и основной состав аппаратуры микропроцессорной системы телемеханики на тяговой подстанции.
26. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном включении выключателя.

27. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном отключении выключателя.
28. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом отключении выключателя от токовой отсечки.
29. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом отключении выключателя от максимальной токовой защиты.
30. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом повторном включении выключателя.
31. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации линии с двусторонним питанием, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном включении выключателя с контролем синхронизма.
32. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации линии с двусторонним питанием, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом повторном включении.
33. Пользуясь схемой переключения питания устройств СЦБ, опишите порядок автоматического включения резервного выключателя.
34. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети переменного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном включении выключателя.
35. Пользуясь схемой цепей фидера контактной сети переменного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном отключении выключателя.
36. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети переменного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и

сигнализацию при автоматическом отключении выключателя от электронной защиты.

37. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети переменного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом повторном включении выключателя.
38. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети постоянного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном включении быстродействующих выключателей.
39. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети постоянного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном отключении быстродействующих выключателей.
40. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном включении трансформатора.
41. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном отключении трансформатора.
42. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом отключении трансформатора от токовой отсечки.
43. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом отключении трансформатора от максимальной токовой защиты.
44. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом отключении трансформатора от газовой защиты.

45. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом включении резервного трансформатора.
46. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации трансформатора собственных нужд, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном включении трансформатора.
47. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации трансформатора собственных нужд, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном отключении трансформатора.
48. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации преобразовательного агрегата, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном включении преобразователя.
49. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации преобразовательного агрегата, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном отключении преобразователя.
50. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации преобразовательного агрегата, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом отключении преобразователя от земляной защиты.
51. Опишите порядок и условия проведения внешнего осмотра электромагнитных реле.
52. Укажите порядок проверки и регулировки электромагнитного реле тока.
53. Поясните проверку и регулировку механической части электромагнитного реле тока.
54. Укажите порядок снятия электрических характеристик реле тока, приведите схему проверки.
55. Укажите порядок проверки и регулировки электромагнитного реле напряжения.
56. Поясните проверку и регулировку механической части электромагнитного реле напряжения.

57. Укажите порядок снятия электрических характеристик реле напряжения, приведите схему проверки.
58. Укажите порядок проверки и регулировки реле времени.
59. Укажите порядок проверки и регулировки промежуточных реле.
60. Укажите порядок проверки и регулировки указательных реле.
61. Укажите виды и периодичность технического обслуживания релейных защит.
62. Поясните порядок проведения внутреннего осмотра устройств релейной защиты и автоматики.
63. Перечислите состав проверок релейных защит простой и средней сложности.
64. Укажите особенности эксплуатации и технического обслуживания микропроцессорных релейных защит.
65. Укажите виды и периодичность технического обслуживания систем телемеханики.
66. Поясните порядок проведения проверки сопротивления изоляции для устройств релейной защиты, автоматики и телемеханики.
67. Опишите процесс контроля взаимодействия элементов проверяемой схемы цепей вторичной коммутации между собой.
68. Опишите порядок проведения комплексного контроля действия устройства релейной защиты и автоматики при имитации аварийного режима с измерением времени срабатывания.
69. Опишите порядок проведения комплексного контроля действия устройства релейной защиты и автоматики при имитации аварийного режима без измерения времени срабатывания.
70. Опишите порядок проведения контроля взаимодействия проверяемого устройства с другими устройствами защиты, автоматики, управления и сигнализации.
71. Опишите порядок проведения контроля воздействия проверяемого устройства релейной защиты и автоматики на коммутационные аппараты.
72. Опишите порядок проведения контроля устройств релейной защиты и

автоматики с подачей рабочих токов и напряжений.

73. Опишите порядок проведения тестового контроля микропроцессорных устройств.

74. Перечислите состав работ при профилактическом восстановлении цифровых защит, укажите условия их выполнения.

75. Перечислите состав работ при профилактическом восстановлении микропроцессорных систем телемеханики, укажите условия их выполнения.

**3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ
(КВАЛИФИКАЦИОННОМУ) ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ ПМ
01 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ**

1. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя: *при выполнении операции оперативного включения не загорелась красная лампа (звук срабатывания выключателя был зафиксирован, зеленая лампа погасла).*
2. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя: *при выполнении операции автоматического отключения от защиты зеленая лампа загорелась ровным светом (звук срабатывания выключателя был зафиксирован, указательное реле сработало).*
3. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя: *при выполнении операции автоматического повторного включения промежуточное реле РПВ-58 не сработало.*
4. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации фидера

- районного потребителя: *при выполнении операции оперативного отключения не загорелась зеленая лампа (звук срабатывания выключателя был зафиксирован, красная лампа погасла).*
5. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя: *при выполнении операции оперативного включения загорелись и красная, и зеленая лампы.*
 6. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя: *при выполнении операции оперативного отключения зеленая лампа стала мигать, запустилось реле АПВ.*
 7. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации быстродействующего выключателя фидера контактной сети постоянного тока: *при выполнении операции оперативного включения не загорелась красная лампа (звук срабатывания выключателя был зафиксирован, зеленая лампа погасла).*
 8. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора: *при выполнении операции оперативного включения выключатель со стороны первичного напряжения не включился (световая сигнализация работает).*
 9. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора: *при выполнении операции оперативного включения выключатель со стороны первичного напряжения включился, со стороны вторичного напряжения не включился (световая сигнализация работает).*
 10. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации фидера

районного потребителя: *при выполнении операции автоматического отключения от МТЗ реле времени запустилось, но защита не сработала.*

11. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя: *при выполнении операции оперативного включения по телеуправлению команда телеуправления прошла, но выключатель не включился.*
12. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации фидера контактной сети постоянного тока: *при включении выключателя на тяговой подстанции на схеме энергодиспетчерского пункта телесигнализация продолжает фиксировать отключенное положение выключателя, в архиве событий не зафиксирована информация о включении.*
13. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации быстродействующего выключателя фидера контактной сети постоянного тока: *при выполнении операции оперативного включения выключатель включился, а затем мгновенно отключился, срабатывания защиты не зафиксировано.*
14. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации выключателя фидера районного потребителя с электромагнитным приводом: *при выполнении операции оперативного включения выключатель включился, а затем мгновенно отключился, срабатывания защиты не зафиксировано.*
15. Приведите возможные причины и способы устранения неисправности, выявленной при опробовании схемы цепей вторичной коммутации трансформатора собственных нужд: *при выполнении операции оперативного включения выключатель со стороны первичного напряжения включился, а контактор со стороны вторичного напряжения не зафиксировался во включенном положении (световая сигнализация работает).*

16. Приведите возможные неисправности *реле тока РТ-40*, порядок их выявления, методы устранения.
17. Приведите возможные неисправности *реле напряжения РН-50*, порядок их выявления, методы устранения.
18. Приведите возможные неисправности *промежуточных реле РП-23*, порядок их выявления, методы устранения.
19. Приведите возможные неисправности *указательных реле РУ-21*, порядок их выявления, методы устранения.
20. Приведите возможные неисправности *реле времени ЭВ-100 (200)*, порядок их выявления, методы устранения.
21. Приведите возможные неисправности *реле РПВ-58*, порядок их выявления, методы устранения.
22. Приведите возможные неисправности *микропроцессорных защит типа БМРЗ*, порядок их выявления, методы устранения.
23. Приведите возможные неисправности *цифровых защит типа ЦЗА*, порядок их выявления, методы устранения.
24. Приведите возможные причины *отказа работы микропроцессорных устройств телемеханики в режиме передачи команд телеуправления объектам телеуправления*, порядок их выявления, методы устранения.
25. Приведите возможные причины *отказа работы микропроцессорных устройств телемеханики в режиме приема информации о состоянии объектов телесигнализации*, порядок их выявления, методы устранения.

4. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Таблица 1 - Номера вопросов и задач для контрольной работы

Две последние цифры шифра		Вариант	Номера вопросов и задач	Две последние цифры шифра		Вариант	Номера вопросов и задач
01	51	1	1 11 21 31 41	26	76	26	6 18 30 32 44

02	52	2	2 12 22 32 42	27 77	27	7 19 21 33 45
03	53	3	3 13 23 33 43	28 78	28	8 20 22 34 46
04	54	4	4 14 24 34 44	29 79	29	9 11 23 35 47
05	55	5	5 15 25 35 45	30 80	30	10 12 24 36 48
06	56	6	6 16 26 36 46	31 81	31	1 14 27 40 43
07	57	7	7 17 27 37 47	32 82	32	2 15 28 31 44
08	58	8	8 18 28 38 48	33 83	33	3 16 29 32 45
09	59	9	9 19 29 39 49	34 84	34	4 17 30 33 46
10	60	10	10 20 30 40 50	35 85	35	5 18 21 34 47
11	61	11	1 12 23 34 45	36 86	36	6 19 22 35 48
12	62	12	2 13 24 35 46	37 87	37	7 20 23 36 49
13	63	13	3 14 25 36 47	38 88	38	8 11 24 37 50
14	64	14	4 15 26 37 48	39 89	39	9 12 25 38 41
15	65	15	5 16 27 38 49	40 90	40	10 13 26 39 42
16	66	16	6 17 28 39 50	41 91	41	1 15 29 33 47
17	67	17	7 18 29 40 41	42 92	42	2 16 30 34 48
18	68	18	8 19 30 31 42	43 93	43	3 17 21 35 49
19	69	19	9 20 21 32 43	44 94	44	4 18 22 36 50
20	70	20	10 11 22 33 44	45 95	45	5 19 23 37 41
21	71	21	1 13 25 37 49	46 96	46	6 20 24 38 42
22	72	22	2 14 26 38 50	47 97	47	7 11 25 39 43
23	73	23	3 15 27 39 41	48 98	48	8 12 26 40 44
24	74	24	4 16 28 40 42	49 99	49	9 13 27 31 45
25	75	25	5 17 29 31 43	50 00	50	10 14 28 32 46

Задание на контрольную работу

Задачи №1-10. Начертите совмещенную схему максимальной токовой защиты (МТЗ) с независимой выдержкой времени в сочетании с токовой отсечкой (ТО) для питающей линии потребителя.

Вычислите ток срабатывания $I_{с.з.}$ максимальной токовой защиты линии, ток уставки срабатывания реле $I_{у.ср.}$. Сделайте заключение о чувствительности

защиты. Вычислите ток срабатывания $I_{с.з.}$ токовой отсечки линии, ток уставки срабатывания реле. Сделайте заключение о чувствительности защиты.

Исходные данные: наибольший рабочий ток линии при нормальном режиме $I_{раб.мах}$, коэффициент самозапуска неотключившихся электродвигателей $K_{с.з.п}$, коэффициент трансформации трансформаторов тока K_I , минимальный ток трехфазного КЗ в конце защищаемой линии $I_{к.мин1}$, максимальный ток трехфазного КЗ в конце защищаемой линии $I_{к.мах1}$, минимальный ток трехфазного КЗ в начале защищаемой линии $I_{к.мин2}$ и схема соединения трансформаторов тока и реле тока в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для расчета МТЗ и ТО линии

Исходные данные	Номера задач									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I_{раб.мах}$, А	120	150	210	250	280	310	350	460	85	500
$K_{с.з.п}$	2	2,5	3	2	3	2,5	3	2	2,5	2
K_I	30	40	60	60	80	80	120	120	20	160
$I_{к.мин1}$, кА	0,8	1,1	1,4	1,6	2,0	2,2	3,0	3,2	1,0	3,5
$I_{к.мах1}$, кА	1,3	1,4	1,8	2,1	2,9	3,0	3,8	4,5	2,0	4,8
$I_{к.мин2}$, кА	2,9	3,3	4,3	4,8	6,5	6,9	8,1	9,8	5,1	10,1
Схема соед. ТТ и реле защиты	Полная "звезда"	Неполная "звезда" с двумя реле	Полная "звезда"	Неполная "звезда" с двумя реле	Полная "звезда"	Неполная "звезда" с двумя реле	Полная "звезда"	Неполная "звезда" с двумя реле	Полная "звезда"	Неполная "звезда" с двумя реле

11. Начертите принципиальную схему, выполненную разнесенным способом, автоматики выключателя линии, присоединенной к шинам телемеханизированной подстанции.

Схема должна обеспечивать управление выключателем ключом управления и устройством телемеханики; отключение выключателя при срабатывании максимальной токовой защиты без выдержки времени и защиты от однофазных замыканий на землю (с реле ЗЗП-1); однократное автоматическое повторное

включение (АПВ) выключателя; запрет АПВ при отключении выключателя оперативным персоналом и при срабатывании защиты от однофазных замыканий; световую сигнализацию положения выключателя при переключениях его оперативным персоналом и при аварийном отключении.

Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие во всех заданных режимах; как обеспечивается в данной схеме выполнение требований, предъявляемых к АПВ.

12. Начертите принципиальную схему автоматики выключателя линии 10 кВ автоблокировки (ВЛ СЦБ), присоединенной к шинам телемеханизированной тяговой подстанции, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателем ключом управления и устройством телемеханики; отключение выключателя при срабатывании токовой отсечки без выдержки времени, максимальной токовой защиты с выдержкой времени, а также защиты от однофазных замыканий на землю; автоматическое включение выключателя устройствами АПВ И АВР. Элементы схемы должны действовать в двух режимах – включение выключателя устройством АПВ при одновременном запрете АВР и наоборот – включении выключателя устройством АВР при запрете в этом случае АПВ.

Режим работы автоматики линии ВЛ СЦБ – к.з. – АВР-АПВ.

Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие во всех заданных режимах.

13. Начертите принципиальную схему автоматики на постоянном оперативном токе выключателя линии 35 кВ с двусторонним питанием, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателем ключом управления; отключение выключателя при срабатывании дистанционной защиты в двухфазном исполнении с выдержкой времени; однократное автоматическое повторное включение (АПВ) выключателя с ожиданием синхронизма

напряжений; ускоренное отключение выключателя в случае включения его на короткое замыкание; световую сигнализацию положения выключателя при оперативных его переключениях и аварийном отключении.

Объясните особенности выполнения схемы АПВ при двустороннем питании линии, назначение и взаимодействие элементов начерченной схемы во всех заданных режимах.

14. Начертите принципиальную схему автоматики питающей линии (фидера) контактной сети телемеханизированной тяговой подстанции постоянного тока, выполненную разнесенным способом. Тип быстродействующего выключателя ВАБ-43.

Схема должна обеспечивать управление выключателем и линейным разъединителем кнопками управления и устройством телемеханики, включение выключателя бесконтактным устройством АПВ; световую сигнализацию положения выключателя и линейного разъединителя.

Объясните взаимодействие элементов схемы во всех указанных режимах.

15. Начертите принципиальную схему автоматики выключателя типа ВАБ-43 поста секционирования электрифицированного участка постоянного тока, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателем и линейным разъединителем кнопками управления и устройством телемеханики, мгновенное АПВ при отключении выключателя от тока перегрузки, автоматическое повторное включение (АПВ) выключателя после появления напряжения в контактной сети.

Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие во всех указанных режимах.

16. Начертите принципиальную схему автоматики питающей линии (фидера) контактной сети телемеханизированной тяговой подстанции переменного тока в разнесенном виде.

Схема должна обеспечивать управление выключателем и линейным разъединителем при помощи кнопок управления и устройства телемеханики; отключение выключателя электронными защитами; однократное автоматическое повторное включение (АПВ) выключателя при отключении его защитами; запрет АПВ при отключении выключателя оперативным персоналом; световую сигнализацию положения выключателя и линейного разъединителя.

Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие в указанных режимах.

17. Начертите принципиальную схему автоматики выключателя поста секционирования электрифицированного участка переменного тока, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателем и линейным разъединителем кнопками управления и устройством телемеханики, отключение выключателя при срабатывании электронной защиты и устройством телеблокировки, однократное автоматическое повторное включение выключателя. Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие в указанных режимах.

18. Начертите принципиальную схему автоматики питающей линии (фидера) контактной сети телемеханизированной тяговой подстанции переменного тока, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателем и линейным разъединителем кнопками управления и устройством телемеханики, отключение выключателя электронными защитами и устройством телеблокировки, запуск устройств телеблокировки для посылки сигналов на

пост секционирования; однократное автоматическое повторное включение (АПВ) выключателя; запрет АПВ при отключении выключателя оперативным персоналом; сигнализацию положения выключателя и разъединителя. Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие в указанных режимах.

19. Начертите принципиальную схему автоматики пункта параллельного соединения (ППС), выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление разъединителем и выключателем кнопками управления и устройством телемеханики; автоматическое включение выключателя при наличии напряжения в подвесках обоих путей, автоматическое его отключение при исчезновении напряжения в контактной подвеске путей.

Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие в указанных режимах.

20. Начертите принципиальную схему автоматики питающей линии (фидера) контактной сети телемеханизированной тяговой подстанции постоянного тока, выполненную разнесенным способом. Тип быстродействующего выключателя ВАБ-49.

Схема должна обеспечивать управление выключателем кнопками управления и устройством телемеханики, включение выключателя устройством АПВ; световую сигнализацию положения выключателя.

Объясните взаимодействие элементов схемы во всех указанных режимах.

21. Начертите принципиальную схему автоматики рабочего трансформатора собственных нужд и секционного контактора шин собственных нужд 380/220В трансформаторной подстанции, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателем со стороны первичной обмотки трансформатора, контактором со стороны вторичной обмотки трансформатора и секционным контактором шин кнопками управления; отключение выключателя и контактора при срабатывании токовой отсечки и максимальной токовой защиты с выдержкой времени; автоматическое включение секционного контактора шин 380/220 В при исчезновении напряжения на одной из секций шин собственных нужд; световую сигнализацию положения выключателя при переключениях его оперативным персоналом; звуковую и световую сигнализацию – при аварийном его отключении.

Объясните назначение и взаимодействие элементов схемы в заданных режимах.

22. Начертите принципиальную схему автоматики двухобмоточного резервного понижающего трансформатора телемеханизированной подстанции, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателями, установленными на первичной и вторичной сторонах трансформатора, с помощью ключа управления; однократное автоматическое включение (АВР) выключателей при исчезновении напряжения на шинах, к которым присоединена вторичная обмотка трансформатора; отключение выключателей при срабатывании токовой отсечки, максимальной токовой защиты с выдержкой времени, установленных на первичной стороне трансформатора и газовой защиты; световую сигнализацию положения выключателей при оперативных переключениях, а также звуковую и световую сигнализации при аварийном отключении.

Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие в заданных режимах; как обеспечивается выполнение требований, предъявляемых к схемам АВР.

23. Начертите принципиальную схему автоматики двухобмоточного резервного понижающего трансформатора, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателями, установленными на первичной и вторичной сторонах трансформатора, с помощью ключа управления; однократное автоматическое включение выключателей (АВР) при отключении основного трансформатора; отключение выключателей при срабатывании дифференциальной защиты, максимальной токовой защиты с выдержкой времени и газовой защиты; световую сигнализацию положения выключателей при оперативных переключениях и аварийном отключении.

Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие в указанных режимах; как обеспечивается выполнение требований, предъявляемых к схемам АВР.

24. Начертите принципиальную схему цепей автоматики кремниевого преобразовательного агрегата с естественным охлаждением тяговой подстанции постоянного тока, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать автоматическое включение и отключение преобразователя кнопками управления, автоматическое отключение при срабатывании фильтровой защиты (ФТОП), максимальной токовой защиты без выдержки времени, газовой защиты трансформатора; световую и звуковую сигнализацию положения масляного и быстродействующего выключателей при переключениях преобразователя оперативным персоналом и при аварийном отключении преобразователя.

Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие в заданных режимах.

25. Начертите принципиальную схему цепей автоматики резервного кремниевого преобразовательного агрегата с естественным воздушным

охлаждением тяговой подстанции постоянного тока, выполненную разнесенным способом.

Схема должна содержать цепи включения резервного агрегата при возрастании тока нагрузки и при отключении рабочего агрегата защитой, а также цепи отключения резервного агрегата при снижении тока нагрузки.

Объясните назначение всех элементов схемы и их взаимодействие при включении и при отключении агрегата.

26. Начертите принципиальную схему питания катушки реле контроля неисправности НП на подстанции и схему общеподстанционной сигнализации, выполненные разнесенным способом.

Первая схема должна обеспечивать контроль перегрузки трансформатора собственных нужд, наличия напряжения на шинах собственных нужд постоянного и переменного тока, изоляции шин собственных нужд, исправности предохранителей цепей включающих катушек выключателей.

Вторая схема должна обеспечивать звуковую сигнализацию при приведенных выше неисправностях. (Лишние цепи не чертить!).

Объясните назначение и взаимодействие элементов обеих схем.

27. Начертите принципиальную схему автоматического управления обдувом трансформатора и структурную схему автоматического регулятора напряжения трансформатора (АРНТ).

Первая схема должна обеспечивать включение и отключение вентиляторов, охлаждающих трансформатор.

Вторая схема должна обеспечивать автоматическое регулирование коэффициента трансформации трансформатора в зависимости от напряжения на вторичной стороне трансформатора и тока нагрузки в линиях, подключенных к трансформатору.

Объясните назначение и взаимодействие элементов обеих схем.

28. Начертите принципиальную схему автоматики на постоянном оперативном токе выключателя резервной питающей линии (ввода) подстанции, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателем ключом управления; однократное автоматическое включение (АВР) выключателя при отключении выключателя рабочей питающей линии; отключение выключателя при срабатывании максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени и токовой отсечки без выдержки времени; световую сигнализацию положения выключателя при переключениях его оперативным персоналом и при аварийном отключении.

Объясните назначение и взаимодействие элементов схемы в заданных режимах, какие требования предъявляются к схемам АВР.

29. Начертите принципиальную схему автоматики на постоянном оперативном токе секционного выключателя шин вторичного напряжения двухтрансформаторной подстанции, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать управление выключателем ключом управления; автоматическое включение (АВР) выключателя при отключении одного из трансформаторов; отключение выключателя при срабатывании токовой отсечки с выдержкой времени, ускоренное отключение выключателя токовой отсечкой при включении его на короткое замыкание; световую сигнализацию положения выключателя при переключении его оперативным персоналом; звуковую и световую сигнализацию при отключении выключателя релейной защитой.

Объясните назначение и взаимодействие элементов схемы в заданных режимах.

30. Начертите принципиальную схему автоматики на переменном оперативном токе секционного выключателя двухтрансформаторной понижающей подстанции, выполненную разнесенным способом.

Схема должна обеспечивать автоматическое включение (АВР) секционного выключателя при отключении одного из трансформаторов; отключение выключателя при срабатывании максимальной токовой защиты с выдержкой времени в двухфазном исполнении путем дешунтирования электромагнитов отключения пружинного привода выключателя контактами индукционных реле РТ-80.

Объясните назначение элементов схемы и их взаимодействие в заданных режимах.

31. Начертите структурную схему автоматизированной системы управления устройствами электроснабжения. Поясните задачи оперативного управления, выполняемые подразделениями дистанции электроснабжения.

32. Объясните принцип организации кодового избирания элементов сигнала. Ответ сопроводите структурной схемой и временной диаграммой для передачи команд на 15 объектов телемеханики.

33. Объясните принципы организации прямого и адресного (группового) методов избирания элементов сигнала, преимущества и недостатки каждого метода. Приведите поясняющие схемы и временные диаграммы.

34. Начертите структурную схему системы АСТМУ. Перечислите функции, выполняемые системой. В чем состоит отличие микропроцессорных систем от систем телемеханики предыдущих поколений?

Объясните назначение составных частей системы, каким образом осуществляется работа в режимах телеуправления и телеконтроля.

35. Начертите структурную схему системы автоматизированного учета электроэнергии.

Объясните назначение системы, принцип работы микропроцессорных счетчиков электроэнергии, перечислите функции, выполняемые счетчиками.

36. Начертите структурную схему системы связи с использованием волоконно-оптических линий связи, вид сигналов, формируемых каждым блоком системы.

Объясните назначение и принцип действия ВОЛС, приведите примеры конструкции оптических кабелей и способов их монтажа при подвеске кабелей на опорах линии автоблокировки.

37. Начертите структурную схему передающего оптоэлектронного модуля.

Объясните назначение модуля и его блоков. Приведите временную диаграмму сигналов на входе и выходе модуля.

38. Начертите структурную схему приемного оптоэлектронного модуля.

Объясните назначение модуля и его блоков. Приведите временную диаграмму сигналов на входе и выходе модуля.

39. Начертите структурную схему стойки телемеханики контролируемого пункта, объясните назначение модулей и блоков стойки, приведите алгоритм действия стойки при передаче команд телеуправления и приеме телесигнализации от контролируемых объектов.

40. Начертите структурную схему автоматизированной системы управления тяговой подстанцией, оснащенной интеллектуальными терминалами. Приведите алгоритм работы системы при сборе диагностической и параметрической информации.

41. Опишите порядок проведения технических осмотров устройств релейной защиты и автоматики. Приведите состав исполнителей, периодичность; укажите, какие виды технической документации используются при проведении этого вида технического обслуживания.
42. Изложите технологию измерения сопротивления изоляции цепей РЗА с указанием используемых приборов и инструментов.
43. Приведите порядок проведения опробований устройств релейной защиты и автоматики. Укажите состав исполнителей, необходимые приспособления, меры безопасности.
44. Изложите порядок проведения работ при подготовке устройств релейной защиты и автоматики к новому включению. Приведите состав исполнителей, перечень технической документации; укажите, какие приборы используются на каждом этапе работы.
45. Перечислите этапы выполнения работ при профилактическом восстановлении устройств РЗА. Укажите используемые на каждом этапе приборы и инструменты, проверяемые нормативы.
46. Опишите порядок проведения опробований устройств телемеханики. Приведите состав исполнителей, меры безопасности.
47. Изложите технологию проведения профилактического контроля устройств телемеханики с указанием используемых приборов и инструментов.

48. Перечислите этапы профилактического восстановления устройств телемеханики. Укажите виды аппаратуры, используемые при данном виде работ, правила техники безопасности при их проведении.

49. Опишите особенности технического обслуживания микропроцессорных устройств релейной защиты. Укажите оборудование, необходимое для проведения каждого вида работ.

50. Приведите особенности технического обслуживания микропроцессорных устройств телемеханики. Укажите оборудование, необходимое для проведения каждого вида работ.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для успешного выполнения задач 1-10 в контрольной работе необходимо внимательно ознакомиться с теоретическим материалом главы 7 [1]. Затем начертите совмещенную схему максимальной токовой защиты (МТЗ) с независимой выдержкой времени в сочетании с токовой отсечкой (ТО).

Ток срабатывания МТЗ, А:

$$I_{с.мтз} = K_n \cdot K_{сзп} \cdot I_{раб.мах},$$

где K_n – коэффициент надежности, $K_n = 1,15 - 1,25$;

$K_{сзп}$ – коэффициент, учитывающий увеличение нагрузки линии при самозапуске неотключившихся двигателей после восстановления напряжения, $K_{сзп}$ задан в исходных данных.

Ток срабатывания реле МТЗ, А:

$$I_{у.сп} = \frac{I_{с.МТЗ}}{K_B \cdot K_1} \cdot K_{СХ},$$

где K_B – коэффициент возврата реле, $K_B = 0,85$;

$K_{СХ}$ – коэффициент схемы, при включении реле на фазные токи (схема соединения ТА полная или неполная звезда) $K_{СХ} = 1$.

Коэффициент чувствительности МТЗ:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I^{(2)}_{\text{к.}min1}}{I_{\text{с.МТЗ}}},$$

где $I^{(2)}_{\text{к.}min1}$ – наименьший ток двухфазного короткого замыкания в конце защищаемой линии, А.

$$I^{(2)}_{\text{к.}min} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\text{к.}min1} \cdot 10^3.$$

Для основной защиты линии необходимо выполнение условия:

$$K_{\text{ч}} \geq 1,5$$

Далее необходимо сделать вывод о работоспособности защиты и возможности ее использования в качестве основной.

Ток срабатывания токовой отсечки, кА:

$$I_{\text{с.то}} = K_{\text{н}} \cdot I_{\text{к.}max1},$$

где $K_{\text{н}}$ – коэффициент надежности, $K_{\text{н}} = 1,2 - 1,3$.

Ток срабатывания реле ТО, А:

$$I_{\text{у.р}} = \frac{I_{\text{с.то}}}{K_1} \cdot K_{\text{сх}} \cdot 10^3,$$

где $K_{\text{сх}}$ – коэффициент схемы, при включении реле на фазные токи (схема соединения ТА полная или неполная звезда) $K_{\text{сх}} = 1$.

Коэффициент чувствительности ТО:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I^{(2)}_{\text{к.}min2}}{I_{\text{с.то}}},$$

где $I^{(2)}_{\text{к.}min2}$ – наименьший ток двухфазного короткого замыкания в начале защищаемой линии, кА.

$$I^{(2)}_{\text{к.}min} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\text{к.}min2}.$$

Для основной защиты линии необходимо выполнение условия:

$$K_{\text{ч}} \geq 1,5$$

Далее необходимо сделать вывод о работоспособности защиты.

Для успешного изучения устройств автоматики питающих линий и районных потребителей необходимо знание основных теоретических положений темы 5.2. программы, изложенных соответственно в главах 3 и 4

учебника [2]. Приступая к составлению схем автоматики, предварительно надо повторить выполнение различного рода защит (тема 5.1.). Помимо указанных книг можно использовать схемы, взятые по месту работы или из типовых проектов подстанций, соблюдая при этом требования ЕСКД на условные графические обозначения в электрических схемах. При составлении схем надо чертить лишь заданные цепи. Отступление от этого считается ошибкой. В ряде заданий предусматривается составление схем для телемеханизированных подстанций. Особенностью схем является то, что фиксация последней команды дежурного персонала или диспетчера выполняется реле фиксации команды КQQ. В качестве реле фиксации используют двухпозиционные промежуточные реле, имеющие два электромагнита с обмотками КQQ_С и КQQ_Т, между которыми расположен якорь, связанный с контактной системой (рисунок 3.2 [2]). При прохождении тока по одной из обмоток якорь реле перекидывается, замыкая соответствующий основной контакт реле, и остается в этом положении, запоминая последнюю команду. Наряду с двухпозиционным реле для фиксации команд управления можно применить обычные реле, которые при включении выключателя становятся на самоподпитку, а при оперативном отключении сбрасываются, фиксируя, таким образом, команды.

При составлении схем автоматики надо обращать внимание на то, чтобы они отвечали требованиям, предъявляемым к схемам АПВ или АВР. В методических указаниях к теме 5.2. приведено краткое их изложение. При ответе на **вопрос 11** следует ориентироваться на схему рисунка 3.3 [2] и вышеуказанные особенности схем телемеханизированных подстанций. Предварительно следует разобрать по §7.8 [1] принцип выполнения защиты от однофазных замыканий. Цепи воздействия реле ЗЗП-1 на отключение выключателя можно составить, соблюдая следующую последовательность действия аппаратуры: при замыкании контакта ЗЗП (KLG) собирается цепь на промежуточное реле KL₀, а через контакт последнего – цепь на катушку отключения выключателя. Для запрета АПВ, при срабатывании реле ЗЗП,

следует предусмотреть цепь разряда конденсатора реле РПВ-58 через контакт KL_0 (по примеру контакта КСС на рисунке 3.4 [2]).

При составлении ответа на **вопрос 12** следует ориентироваться на §3.3 [2]. При этом надо обратить внимание на то, что на схеме рисунка 3.7 отсутствуют цепи заданных релейных защит. Катушка имеющегося на схеме выходного реле защиты $KL1$ должна быть включена в цепь соединенных параллельно контактов реле отсечки $KA1$, реле времени максимальной токовой защиты $KT1$ и реле защиты от замыканий на землю $KLГ$. Цепи запуска релейных защит выполняются по примеру рисунка 3.3 [2].

Перед началом ответа на **вопрос 13** необходимо изучить не только принципы управления выключателем, но и особенности АПВ на линиях с двусторонним питанием по §3.1.3 [2].

Схема в ответе на вопрос должна содержать цепи управления выключателем (см. рисунки 3.3, 3.4) и цепи АПВ (см. рисунок 3.4). При ответе следует ориентироваться на применение реле фиксации команды KQQ . Следует обратить внимание на заданный в данном вопросе вид защиты (§7.9 [1]) и на требуемое заданием условие для запуска АПВ, то есть лишние цепи и контакты из схем рисунков 3.3, 3.4 [2] чертить нельзя.

Для успешного выполнения **задач 14-20** в контрольной работе необходимо предварительно изучить теоретические положения, изложенные в главе 4 [3]. Приступая к составлению схем автоматики, предварительно надо ознакомиться с принципами выполнения защит фидеров контактной сети постоянного и переменного тока [6].

Для подготовки ответа на **вопросы 14 и 15** необходимо повторить принцип действия быстродействующего выключателя ВАБ-43 и схемы его управления по §5.17 [1]. Затем, используя рисунки 4.7 [3] и 4.10 [3], можно составить требуемые в **14 вопросе** схемы. При составлении схем следует учитывать, что управление выключателем выполнено на оперативном постоянном токе, а линейным разъединителем – на оперативном переменном

токе. Сигнализацию положения разъединителя можно выполнить по аналогии со схемой, приведенной на рисунке 4.12 [3].

При ответе на **вопрос 15** следует ориентироваться на схему рисунка 4.9 [3]. При использовании данной схемы ее следует скорректировать с учетом особенностей управления выключателем ВАБ-43. Схема управления приведена на рисунке 5.66 [1]. Цепи управления линейным разъединителем изображены на рисунке 4.10б [3].

Для ответа на **вопрос 16** необходимо изучить схему автоматики фидера контактной сети переменного тока на рисунке 4.1 [3]. При вычерчивании схемы следует исключить лишние цепи, связанные с устройством телеблокировки и определения места повреждения контактной сети. Схема управления линейным разъединителем фидера контактной сети переменного тока выполняется по примеру рисунка 4.12 (б).

Схему автоматики поста секционирования участка переменного тока в ответе на **вопрос 17** можно составить по рисункам 4.1, 4.3, 4.12(б), отразив на ней лишь цепи, выполняющие заданные функции. Цепи сигнализации чертить не нужно.

Схему к ответу на **вопрос 18** можно начертить по примеру рисунка 4.1 [3], исключив из нее цепи, связанные с запуском устройства резервирования отказов выключателя УРОВ и определением места повреждения контактной сети. Схема управления линейным разъединителем аналогична рисунку 4.12б.

Для ответа на **вопрос 19** следует рассмотреть схему автоматики пункта параллельного соединения на рисунках 4.10 и 4.11 [3], предварительно повторив принцип управления выключателем ВАБ-28 (см. §5.17 [1]). При выполнении схемы не нужно чертить цепи, функции которых не заданы условием (например, отключение выключателя при срабатывании токовых реле).

Для выполнения схемы, заданной в **вопросе 20**, следует воспользоваться схемой управления фидером контактной сети постоянного тока, приведенной

на рисунке 4.7 [3], но изменить цепи станции управления. Схема управления выключателем ВАБ-49 приведена в § 5.17 [1].

Схема к ответу на **вопрос 21** составляется по рисунку 4.6 [2]. Надо внимательно рассмотреть схему и цепи, относящиеся к включению резервного ТСН не приводить, отразив лишь цепи автоматического включения секционного контактора шин 380/220 В. Следует дополнить схему цепями сигнализации положения выключателя и контакторов.

Сигнализация состояния выключателя выполняется как и любого другого выключателя (рисунок 3.3 [2]), а цепи сигнализации контакторов можно выстроить через контакты КМ2, КМ.

Отвечая на **вопрос 22**, следует помнить, что схемы управления и сигнализации выключателей любых присоединений, например, трансформаторов и линии, одинаковы. В схеме используется лишь один комплект токовых защит, установленных на первичной стороне трансформатора, как на рисунке 4.5 б, в [2]. Включение и отключение выключателя на вторичной стороне осуществляется после соответствующего переключения выключателя на первичной стороне трансформатора. Цепи АВР на включение выключателя первичной стороны трансформатора можно составить по примеру включения выключателя ТСН (рисунок 4.6 [2]). О принципах выполнении сигнализации можно узнать в указании к ответу на **вопрос 21**.

Перед ответом на **вопрос 23** ознакомьтесь с указаниями к ответу на **вопрос 22**. Ориентироваться надо также на схемы рисунков 4.5 б, в [2]. Обратите внимание на использование другого вида защиты – дифференциальной вместо токовой отсечки, что принципиально не меняет схему защиты на рисунке 4.5 б [2]. Цепь на включение резервного трансформатора составляется также как секционного выключателя на рисунке 4.5 з [2].

Перед выполнением заданий 24-26 необходимо ознакомиться с действием коммутационной автоматики кремниевого преобразовательного агрегата (§ 5.5 [3]).

На основании рисунка 5.8 [3] следует начертить схему, содержащую заданные в вопросе 24 цепи. Остальную часть схемы, выполняющую функции автоматического включения и отключения резерва, изображать не следует. В то же время необходимо привести цепи сигнализации положения выключателей (примеры приведены на рисунках 4.1, 4.7 [3]). Цепи звуковой аварийной сигнализации можно выполнить, воспользовавшись рисунком 5.9 [3].

Ответ на вопрос 24 должен содержать лишь схему цепей автоматического включения и отключения выключателей резервного кремниевого преобразовательного агрегата при заданных режимах, т.е. через реле КТСТ, КСС2, КСТ2. При составлении схемы по рисунку 5.8 [3] следует учесть, что схема запуска (рисунок 5.8, г) выполнена на оперативном переменном токе.

Ответ на вопрос 25 составляется из двух схем, выполненных разнесенным способом, и их описания. Первая схема должна содержать цепи контроля состояния всех заданных присоединений посредством включенных параллельно друг другу контактов реле, осуществляющих этот контроль. Через эти контакты получает питание реле неисправности НП. (смотри рисунок 5.6 [3]). Вторая схема составляется по рисунку 5.9 [3]. Лишние цепи чертить не нужно.

Автоматический регулятор напряжения АРНТ (вопрос 27) выполняет автоматическое управление электроприводами переключателя отпаек трансформатора. При этом изменяется коэффициент трансформации. Описание схемы трансформатора с переключением ответвлений под нагрузкой и структурной схемы автоматического регулятора напряжения приведено в §4.1 [2]. Схема автоматики управления обдувом трансформатора также приведена в §4.1 [2].

Схема в ответе на **вопрос 28** содержит цепи управления выключателем по примеру рисунка 3.3 [2] (кроме цепей АПВ) и цепи АВР по примеру рисунка 3.6 [2]. При ответе следует ориентироваться на применение двухкатушечного реле фиксации последней команды КQQ вместо изображенного на рисунке 3.3 [2] однокатушечного реле КQQ. Надо учесть, что принципиальная схема АВР на рисунке 3.6 [2] выполнена совмещенным способом и на ней присутствуют элементы запуска АВР не только при отключении выключателя, но и при исчезновении напряжения на шинах. Последнее не нужно.

Схема автоматики секционного выключателя, заданная в **вопросе 29**, составляется на основании предварительно изученного принципа действия автоматики двухобмоточного трансформатора (§4.2 [2]). О составлении цепей сигнализации сказано в указаниях к ответу на **вопрос 21**.

При составлении схемы защиты трансформатора в ответе на **вопрос 30** следует учесть, что в схемах на переменном оперативном токе используется принцип дешунтирования катушек отключения привода контактами реле, переключающимися без обрыва цепи, в которую они включены. Это важно, так как включаются они в цепь вторичной обмотки трансформатора тока. В частности, такие контакты имеют реле РТ-80. Катушка этого реле, присоединенная к трансформатору тока, включается последовательно с подвижным контактом реле и цепь тока при этом минует катушку отключения выключателя. После срабатывания реле этот контакт переключается и через него составляется цепь катушки отключения. Такой вид защиты должен быть применен в схеме ответа на **вопрос 30**. Схему АВР секционного выключателя следует изучить по рисунку 3.8 [2] и после этого начертить схему к ответу на поставленный вопрос.

Для ответа на **вопрос 31** необходимо предварительно изучить §§ 1.1, 1.2 [2], а также учесть особенности структуры управления Вашего предприятия, так как в учебнике приведены обобщенные схемы.

Ответы на **вопросы 32 и 33** выполняются после изучения §5.3 [2]. При ответе на **вопрос 32** можно воспользоваться обобщенной структурной схемой

кодовой системы и структурой сигналов для 10 объектов телемеханики, приведенными на рисунке 5.7 [2]. Схему для прямого избирания элементов сигнала к ответу на **вопрос 33** можно вычертить, воспользовавшись рисунком 5.6. Схема для адресного (группового) метода избирания составляется по описанию, приведенному на странице 175 [2]. Для каждой ступени избирания в схеме выделяется свое реле и соответствующие пары контактов. Подробнее этот метод рассмотрен в §6.3 [3]. При составлении временной диаграммы для адресного (группового) метода избирания необходимо учесть, что выходной сигнал формируется после замыкания двух пар контактов – операции и объекта.

Для ответа на **вопрос 34** необходимо предварительно изучить § 7.14 [3] и особенности современных методов управления тяговыми подстанциями, изложенные в § 2.5 [7]. В настоящее время в связи с переводом ряда направлений железных дорог на скоростное и высокоскоростное движение системы управления электроснабжением непрерывно совершенствуются. Поэтому рекомендуется для наиболее полного ответа на данный вопрос посетить энергодиспетчерский пункт дистанции и после этого составить структурную схему АСТМУ.

Схему, заданную в **вопросе 35**, несложно составить, воспользовавшись сведениями, приведенными в § 9.9 [3]. Следует учесть, что в настоящее время на железной дороге учет электроэнергии автоматизирован полностью, и в качестве каналов связи используются различные современные способы передачи информации: сети передачи данных, локальные сети, сотовая связь, волоконно-оптические линии связи и т.д. При ответе на этот вопрос рекомендуется использовать данные с производства.

При подготовке ответов на **вопросы 36-38**, необходимо предварительно разобраться в устройстве и принципе действия аппаратуры волоконно-оптических линий связи по материалам §§ 8.13 - 8.16 [3]. Структурная схема системы связи, отвечающая требованиям **вопроса 36**, изображена на рисунке 8.39. Для выполнения структурных схем, заданных в **вопросах 37 и 38**, можно воспользоваться сведениями, приведенными в § 8.15 [3].

К ответам на вопросы 39 и 40 рекомендуется приступать после выполнения практических занятий по изучению конструкции стойки телемеханики контролируемого пункта и шкафа управления тяговой подстанцией с подключенными к нему терминалами, а также изучения современных методов сбора диагностической информации, изложенных в [7]. Желательно также посетить телемеханизированную тяговую подстанцию на производстве и ознакомиться с телемеханическим оборудованием, установленным на ней. В системах телемеханики на контролируемых пунктах (тяговых подстанциях, постах секционирования и т.д.) устанавливаются стойки или шкафы контролируемых пунктов (КП). Это оборудование может выполнять функции приема серий телеуправления (стойки ТУ КП) или передачи серий телесигнализации (стойки ТС КП). В микропроцессорных системах на контролируемых пунктах устанавливается только одна стойка, которая работает и в режиме телеуправления, и в режиме телесигнализации, а также позволяет собирать телеизмерительную и диагностическую информацию и передавать ее на энергодиспетчерский пункт по линиям связи различного типа.

Стойки или шкафы контролируемых пунктов могут иметь различные модификации. Как правило, в их состав входит микропроцессорный контроллер (один или несколько), блок питания, узел связи (модем), устройство для декодирования сигналов управления, устройство для первичного преобразования дискретных сигналов (телесигнализации), клеммы для подключения цепей телеуправления и телесигнализации, дополнительные адаптеры для подключения устройств телеизмерения. Для передачи команд в оперативные цепи применяются специальные малогабаритные промежуточные реле, устанавливаемые в модуле стойки контролируемого пункта. Количество объектов телеуправления и телеконтроля может варьироваться в зависимости от типа контролируемого пункта. Если на контролируемом пункте предусмотрено постоянное дежурство, то кроме стойки КП, на нем устанавливается промышленный компьютер для дистанционного управления

объектами. Организация сохранения и предоставления информации в таком компьютере аналогична оборудованию диспетчерского пункта.

При составлении ответов на **вопросы 41-50** следует воспользоваться Правилами и справочными материалами [8, 9], а также соответствующими заданию руководствами по эксплуатации оборудования, изучаемыми на производстве.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ПЛАНУ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Практическое занятие № 1

Изучение конструкции реле (тока, напряжения, времени, промежуточного и указательного)

Практическое занятие № 2

Расчет МТЗ и ТО силового трансформатора

Практическое занятие № 3

Изучение конструкции стойки контролируемого пункта

Практическое занятие № 4

Исследование взаимодействия шкафа управления подстанцией и рабочего места энергодиспетчера при передаче команд телеуправления

Лабораторное занятие № 1

Исследование работы микропроцессорного устройства защиты линии электропередачи

Лабораторное занятие № 2

Исследование схемы и элементов автоматики фидера питающей линии районного потребителя

Лабораторное занятие № 3

Исследование схемы и элементов автоматики фидера питающей линии специального назначения (фидера контактной сети)

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Почаевец В.С. Электрические подстанции [Текст]: учебник. – М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012. – 491 с.

Дополнительные источники:

2. Почаевец В.С. Защита и автоматика устройств электроснабжения [Текст]: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. – М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2007. – 191 с.

3. Почаевец В.С. Автоматизированные системы управления устройствами электроснабжения железных дорог [Текст]: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2003. – 318 с.

4. Киреева Э.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 288 с.

5. Фигурнов Е.П. Релейная защита [Текст]: Учебник. В 2 ч. Ч 1. – М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2009. – 415 с.

6. Фигурнов Е.П. Релейная защита [Текст]: Учебник. В 2 ч. Ч 2. – М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2009. – 604 с.

7. Марикин А.Н., Мизинцев А.В. Новые технологии в сооружении и реконструкции тяговых подстанций [Текст]: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. – М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2008. – 220 с.

8. Правила содержания тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения [Электронный ресурс]: Утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 1578р от 5.08.2016.

9. Профилактические испытания электрооборудования и проверка релейных защит тяговых подстанций [Текст]: Сборник справочных материалов. ЦЭ МПС РФ. - М.: Трансиздат, 2001.