**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

**Краевое государственное бюджетное**

**профессиональное образовательное учреждение**

**«Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е.Бочкина»**

**Методические указания**

**и**

**контрольные задания**

для студентов заочного отделения

специальности:

13.02.03 «Электрические станции, сети и системы»

по

**МДК-02.02- “ Релейная защита электрооборудования электрических станций, сетей и систем ”**

в рамках профессионального модуля

ПМ-02. “Эксплуатация электрооборудования электрических станций,

сетей и систем”

**2016 г.**

Рассмотрена и одобрена

на заседании комиссии

профессионального цикла

специальности

«Электрические станции, сети и системы»

Протокол № \_\_\_\_

от « \_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_ 2016г.

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.Н.Елисеева

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора

по учебной работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.В.Носкова

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2016 г.

**Организация-разработчик**: Краевое государственное бюджетное

профессиональное образовательное учреждение

«Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е.Бочкина»

**Разработчик:** Елисеева О.Н. преподаватель

1. **ВВЕДЕНИЕ**

Материал контрольных заданий для профессионального модуля разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее - СПО) **13.02.03 -** «Электрические станции, сети и системы».

Цель контрольных заданий по обслуживанию электрооборудования электрических станций, сетей и систем− систематизация и расширение теоретических знаний студентов, приобретённых при изучении рекомендуемой литературы для выполнения контрольных работ и закрепление навыков использования современной вычислительной техники.

В ходе выполнения заданий студент должен:

**уметь:**

- контролировать и управлять режимами работы основного и вспомогательного оборудования;

- определять причины сбоев и отказов в работе оборудования;

- проводить режимные оперативные переключения на электрических станциях, сетях и системах;

- составлять техническую документацию по эксплуатации электрооборудования;

**знать:**

- назначение, принцип работы основного и вспомогательного оборудования;

- схемы электроустановок;

- допустимые параметры и технические условия эксплуатации оборудования;

- инструкции по эксплуатации оборудования;

- порядок действий по ликвидации аварий;

- правила оформления технической документации по эксплуатации электрооборудования.

Контрольная работа выполняется по варианту и **в формате А4** (297мм-210мм) **машинописным текстом** в соответствии с ГОСТОМ 2.105-95 “Единая система конструкторской документации”, специальной многофункциональной программой Miсrosoft Word **14 шрифтом Times New Roman**, расстоянием между строк **1,0 или 1,15 строчного интервала**. Поле для подшивки 30 мм, расстояние от края до текста внизу страницы 10-20мм. Изложение делается в безличной форме. При необходимости и для полного ответа на теоретические вопросы и практические задания, работа  **может сопровождаться**: **иллюстрациями, графиками, эскизами, чертежами, схемами** выполненными **на формате (А3)** при помощи специальной программы (**Visio. Kompas. AutoCad), или на миллиметровочной бумаге карандашом.**

**Номер варианта** соответствует **последней цифре шифра зачётной** книжки.

Страницы текстового документа нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу. Титульный лист текстового документа включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Текст основной части документа делят на разделы, подразделы. Разделы, подразделы, пункты и подпункты нумеруют арабскими цифрами и печатают с абзацного отступа *и* ***без точки как после цифры так и после наименования*** *.*

Формулы выделяют из текста в отдельную строку и печатают с абзацного отступа. Выше и ниже каждой формулы должна быть оставлена одна свободная строка.

Над таблицей помещают слово **«Таблица»** без абзацного отступа, затем – номер таблицы, **через тире – наименование таблицы**. В таблице рекомендуется использовать размер шрифта 10, 12 TimesNewRoman.

Иллюстрации в текстовом документе (чертежи, диаграммы, графики, фотоснимки, схемы) размещают непосредственно после ссылки на них в тексте или на следующей странице и обозначают словом «Рисунок». Иллюстрации должны иметь наименование и, при необходимости, поясняющие данные. **Поясняющие данные помещают под иллюстрацией, а ниже печатают слово «Рисунок» без точке, затем номер без точке, затем “тире” и наименование рисунка.**

После получения контрольной работы с оценкой и замечаниями преподавателя, следует изучить все замечания , поправки и исправить ошибки в конце работы. Если работа получила неудовлетворительную оценку, то студент выполняет её снова по старому или новому варианту ( по указанию преподавателя) и сдаёт её нова вместе с не зачтённой работой. Лабораторные работы выполняются во время сессии и после сдачи контрольных работ с положительной оценкой. Практические работы выполняются по методическим брошюрам выдаваемым преподавателем на сессии, по данным работам выставляется допуск к экзамену по предмету.

Сдача зачёта и экзамена производится только после получения всех предшествующих ему зачётов.

При заочной форме обучения в соответствии с рабочим учебным планом по модулю предусмотрено:

- обязательные аудиторные занятия - \_\_\_\_\_\_\_\_, в том числе

- обзорные лекции - \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

- лабораторные, практические занятия - \_\_\_\_\_\_\_\_

- самостоятельная работа - \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

- 1 контрольная работа

1. **Тематический план и содержание модуля МДК.02.02 Релейная защита и автоматика электрооборудования электрических станций сетей и систем**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем | Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работ (проект) | | | | Объем часов  лек/прак | Уровень освоения |
| 1 | 2 | | | | 3 | 4 |
| **МДК.02.02 Релейная защита и автоматика электрооборудования электрических станций сетей и систем** | | | | | **240/136** |  |
| **Раздел 3.Эксплуатация и техническое обслуживание устройств релейной защиты электрооборудования электрических станций, сетей и систем** | | | | | **98/58** |
| **Тема 3.1**  **Общие сведения о релейной защите.** | | **Содержание** | | | **16/4** |
| 1 | | Назначение релейной защиты. | 2 |
| 2 | | Основные особенности РЗ в энергосистемах. | 2 |
| 3 | | Требования предьявляемые к РЗ | 2 |
| 4 | | Основные принципы построения защит. Изображение реле на схемах. | 2 |
| 5 | | Виды повреждений. Междуфазное КЗ. | 2 |
| 6 | | Однофазное КЗ. | 2 |
| 7 | | Однофазное КЗ на землю Двойное замыкание на землю.. | 2 |
| 8 | | Токи в линии при повреждении на стороне НН силового трансформатора подстанции. Разрыв фазы | 2 |
| 1 | | **Практическая работа №1.**Решение задач на составление векторных диаграмм | 2 |
| 2 | | **Практическая работа №1.**Решение задач на составление векторных диаграмм | 2 |
| 1 | | **Лабораторные занятия. Стенд№2. Работа №9.** Измерение параметров установившегося режима работы разомкнутой распределительной электрической сети. | 2 |
| **Тема 3.2**  **Токовые защиты** | | **Содержание** | | | **24/26** |
| 1 | | Принцип действия токовых защит. Использование предохранителей для МТЗ. Использование тепловых и магнитных расцепителей выключателей до 1 кВ для реализации ТЗ. Принцип выполнения ТЗ с использованием реле. | 2 |
| 2 | | МТЗ линии. ТО. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Измерительные трансформаторы тока в устройствах РЗ. Схема соединения трансформаторов тока и реле тока. | 2 |
| 3 | | Токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю в сети с глухозаземлённой нейтралью. Измерительные реле токовых защит. Логические реле защит. Источники оперативного тока. Принципиальные схемы токовой защиты линии. Оценка токовых защит. | 2 |
| 4 | | Принцип действия токовых направленных защит линий. Максимальная токовая защита линии. Зона каскадного действия и мёртвая зона защиты. Первые и вторые ступени токовых направленных защит. | 2 |
| 5 | | Требования предьявляемые к реле направления мощности. Индукционное реле направления мощности. Полупроводниковые реле направления мощности. Схемы включения реле направления мощности. Оценка токовых направленных защит. | 2 |
| 6 | | Принцип действия дистанционной защиты линии и выбор параметров срабатывания. Основные органы защиты. Реле сопротивления ДЗ. Принцип выполнения схем ДЗ. | 2 |
| 7 | | . Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Определение параметров срабатывания защиты. Способы повышения чувствительности защиты |  |
| 8 | | . Выполнение защиты с проводным каналом связи. Принцип выполнения дифференциально-фазной токовой защиты с высокочастотной блокировкой. |  |
| 9 | | Принцип действия и параметры срабатывания поперечной дифференциальной токовой направленной защиты |  |
| **Практическая работа №9** | | | **4** |
| 1 | | **Практическая работа №2.**Расчёт уставок МТЗ | 2 |
| 2 | | **Практическая работа №3.**Расчёт уставок ТО |  |
| 3 | | **Практическая работа №5.**Расчёт уставокТЗНП |  |
| 4 | | **Практическая работа №5.**Расчёт уставокТЗНП | 2 |
|  | | 1 | | **Лабораторные занятия . Стенд№2. Работа №13**.Исследование максимально токовой защиты линий |  |
| 10 | | Назначение и виды защит линий от замыканий на землю. Токовая защита нулевой последовательности. Оценка токовых защит нулевой последовательности. Другие принципы осуществления защит от КЗ на землю в линиях. |  |
| 11 | | Назначение защиты шин. Дифференциальная защита шин. Схемы дифференциальных защит шин. Защита шин 110 кВ и выше. Защита шин 6 кВ. |  |
| 12 | | Необходимость и способы резервирования. Принцип выполнения УРОВ. Дальнее резервирование. Применение УРОВ на подстанциях . Оценка УРОВ. |  |
| 5 | | **Практическая работа №4.**Расчёт уставок МТЗ |  |
| 6 | | **Практическая работа №4.**Расчёт уставок ТО |  |
| 7 | | **Практическая работа №4.**Расчёт уставок ТО |  |
| 8 | | **Практическая работа.** Вычертить схему зоны покрытия дистанционной защиты |  |
| 9 | | **Практическая работа .** Вычертить диаграмму дистанционной защиты |  |
| 10 | | **Практическая работа №6.**Расчёт уставок ДЗ |  |
| 11 | | **Практическая работа №7.** Расчёт уставок ДФЗ |  |
| 2 | | **Лабораторные занятия . Стенд№2. Работа №10.**Измерение параметров установившегося режима работы распределительной линии с произвольной нагрузкой |  |
| **3** | | **Лабораторные занятия . Стенд№2. Работа №12.**Исследование дифференциальной защиты линий. |  |
| 12 | | **Практическая работа №8.**Расчёт уставок ТЗНП |  |
| 13 | | **Практическая работа №9.**Расчёт уставок АПВ |  |
| **Тема 3.3**  **Защиты генераторов и синхронных компенсаторов.** | | **Содержание** | | | **22/14** |
| 1 | | Назначение и виды автоматических устройств синхронных генераторов и компенсаторов. | 2 |
| 2 | | Повреждения и ненормальные режимы работы СГ и СК. | 2 |
| 3 | | Продольная дифференциальная токовая защита обмотки статора от междуфазных КЗ. | 2 |
| 4 | | Поперечная дифференциальная токовая защита от замыканий между витками одной фазы обмотки статора. | 2 |
| 5 | | Защита от однофазных замыканий на землю в цепи статора. | 2 |
| 6 | | Токовые защиты от внешних КЗ и перегрузок. Минимальная защита напряжения синхронного компенсатора. | 2 |
| 7 | | Защита от замыкания на землю в цепи возбуждения. | 2 |
| 8 | | Особенности защиты генераторов малой мощности. | 2 |
| 9 | | Релейная форсировка возбуждения. | 2 |
| 10 | | Устройство автоматического регулирования возбуждения синхронных машин. | 2 |
| 11 | | Устройство для автоматического включения синхронных машин на параллельную работу. | 2 |
| 1 | | **Практическая работа №12.** Решение задач по дифференциальной защите генератора. | 2 |
| 2 | | **Практическая работа №10.** Решение задач по защите генератора от перегрузок | 2 |
| 3 | | **Практическая работа №10.** Решение задач по защите генератора от перегрузок | 2 |
| 4 | | **Практическая работа №21.** Батареи статических конденсаторов | 2 |
| 5 | | **Практическая работа №20.** Батареи статических конденсаторов | 2 |
| 6 | | **Практическая работа №13.** Решение задач по защите генератора от повышения частоты вращения | 2 |
| 7 | | **Практическая работа №13.** Решение задач по защите генератора от повышения частоты вращения | 2 |
| **Тема 3.4**  **РЗ силовых трансформаторов.** | | **Содержание** | | | **20/8** |
| 1 | | Повреждения и ненормальные режимы работы силовых трансформаторов. | 2 |
| 2 | | Виды и назначение автоматических устройств трансформаторов. | 2 |
| 3 | | Токовые защиты трансформаторов | 2 |
| 4 | | Газовая защита трансформатора. | 2 |
| 5 | | Продольная дифференциальная токовая защита трансформатора. | 2 |
| 6 | | Отключение трансформаторов от устройств РЗ при отсутствии выключателя на стороне высшего напряжения. | 2 |
| 7 | | Схема защиты трансформатора на переменном оперативном токе. | 2 |
| 8 | | Особенности АПВ трансформаторов. | 2 |
| 9 | | Автоматическое включение резервного источника питания при отключении трансформатора. |  |
| 10 | | Автоматическое регулирование коэффициента трансформации. |  |
| 1 | | **Практическая работа №16.**Решение задач. Диф. Защ. Трансформатора. |  |
| 2 | | **Практическая работа №17.**Решение задач по МТЗ трансформатора |  |
| 3 | | **Практическая работа №18.**Решение задач по ТО трансформатора |  |
| 4 | | **Практическая работа №19.**Решение задач по определению зон действия защит силового трансформатора. |  |
| 1 | | **Лабораторные занятия . Стенд№2. Работа №15.** Автоматическое включение резервного питания линии электропередачи | 2 |
| **Тема 3.5**  **РЗ электродвигателей и преобразовательных и статических установок реактивной мощности** | | **Содержание** | | | **16/8** |
| 1 | | Повреждение и ненормальные режимы работы электродвигателя. Виды устройств защит и автоматики. | 2 |
| 2 | | Защита от КЗ в обмотке статора. Защита от однофазных замыканий обмотки статора на землю. | 2 |
| 3 | | Защита от перегрузки АД | 2 |
| 4 | | Защита СД от асинхронного хода. | 2 |
| 5 | | Защита от потери питания. Схема защиты СД на переменном токе. | 2 |
| 6 | | Схема автоматического пуска и останов СД. Особенности авторегулирования возбуждения СД. |  |
| 7 | | Повреждения и ненормальные режимы работы преобразовательных установок. Устройства защиты преобразовательных установок. |  |
| 8 | | Устройство защиты и автоматики батареи конденсаторов. Принцип автоуправления режимом работы статических конденсаторов. |  |
| 1 | | **Практическая работа №11.**Решение задач по защите АД |  |
| 2 | | **Практическая работа №14.**Решение задач по защите АД от перегрузок |  |
| 3 | | **Практическая работа №15.**Решение задач по защите преобразовательных установок |  |
| 1 | | **Лабораторные занятия . Стенд№2. Работа №11**.Изучение влияния компенсации реактивной мощности при помощи конденсаторной батареи на параметры установившегося режима распределительной электрической сети с активно-реактивной нагрузкой | 2 |
| **Раздел 4. Эксплуатация и техническое обслуживание устройств автоматики электрооборудования электрических станций, сетей и систем** | | | | | **68/0** |
| **Тема 4.1**  **Автоматика электрооборудования электрических станций, сетей и систем** | | **Содержание** | | | **38/0** |
| 1 | | Автоматическое повторное включение (АПВ). Назначение АПВ.Классификация АПВ. Основные требования к схемам АПВ. | 2 |
| 2 | | Электрическое АПВ однократного действия. | 2 |
| 3 | | Особенности выполнения АПВ на телемеханизированных подстанциях. | 2 |
| 4 | | Особенности выполнения АПВ на воздушных выключателях. |  |
| 5 | | Выбор уставок однократных АПВ для линий с односторонним питанием. |  |
| 6 | | Ускорение действия релейной защиты при АПВ |  |
| 7 | | Выполнение АПВ на переменном оперативном токе. |  |
| 8 | | Двукратное АПВ |  |
| 9 | | Трёхфазное АПВ на линиях с двухсторонним питанием Однофазное АПВ |  |
| 10 | | АПВ шин и электродвигателей. |  |
| 11 | | АВР. Назначение АВР. Основные требования к схемам АВР Принцип действия АВР |  |
| 12 | | Автоматическое включение резервных трансформаторов. (АВРТ) |  |
| 13 | | Сетевые АВР Расчёт уставок АВР |  |
| 14 | | Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу. Способы синхронизации |  |
| 15 | | Устройства для автоматизации процесса синхронизации |  |
| 16 | | Автоматическое регулирование режима энергосистемы по частоте. (АРЧ). Баланс мощности и частоты в энергосистеме. Частотные характеристики энергосистемы. |  |
| 17 | | Устройство автоматического регулирования частоты |  |
| 18 | | Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Назначение и основные принципы выполнения АЧР. Реле частоты |  |
| 19 | | Предотвращение ложных отключений потребителей при кратковременных снижениях частоты в энергосистеме. АПВ после АЧР. Схемы АЧР и ЧАПВ |  |
| 1 | | **Лабораторные занятия . Стенд№2. Работа №14**. Релейная защита асинхронного двигателя. |  |
| 2 | | **Лабораторные занятия . Стенд№2. Работа №16.** Решение задач по Диф.Защ. трансформатора | 2 |
| **Тема 4.2**  **Курсовое проектирование** | | **Содержание** | | | **30** |  |
| 1 | | **Теоретическая часть.** Описать элемент схемы по варианту, релейную защиту которого необходимо рассчитать:  -вычертить схему элемента энергосистемы по варианту  -описать принцип выработке электроэнергии на вашей электростанции (Приложение 5),  -описать какая главная схема соединений на данном РУ может быть применена. |  |  |
| 2 | | **Теоретическая часть.** Все типы защит, которые должны быть установлены на данном элементе и принципы работы выбранных защитах |  |  |
| 3 | | **Теоретическая часть.** Общие понятия об оборудовании, установленном на вашем элементе |  |  |
| 4 | | **Практическая часть.** Выбор типов трансформаторов тока, напряжения и их коэффициентов трансформации. |  |  |
| 5 | | **Практическая часть.** Расчёт выбранных защит (Дифференциальная защита) |  |  |
| 6 | | **Для силового (авто)трансформатора (трёхобмоточный) рассчитать следующие виды защит:** Дифференциальную защиту трансформатора с реле типа ДЗТ от междуфазных КЗ; |  |  |
| 7 | | **Для силового (авто)трансформатора (трёхобмоточный) рассчитать следующие виды защит**: Защита обратной последовательности: ТЗОП |  |  |
| 8 | | **Для силового (авто)трансформатора (трёхобмоточный) рассчитать следующие виды защит**: Максимально токовая защита. Токовая защита от симметричных перегрузок. |  |  |
| 9 | | **Для силового (авто)трансформатора (трёхобмоточный) рассчитать следующие виды защит**: Газовую защиту от повреждений внутри бака трансформатора; |  |  |
| 10 | | **Для блоков «генератор-трансформатор» рассчитать следующие виды защит:** Общую дифференциальную защиту блока и дифференциальную защиту генератора на реле РНТ от междуфазных КЗ; |  |  |
| 11 | | **Для блоков «генератор-трансформатор» рассчитать следующие виды защит:** Общую токовую защиту обратной последовательности от сверхтоков при внешних КЗ и перегрузки; |  |  |
| 12 | | **Для блоков «генератор-трансформатор» рассчитать следующие виды защит:** Защиту нулевой последовательности трансформатора с глухозаземленной нейтралью от внешних однофазных КЗ; |  |  |
| 13 | | **Для блоков «генератор-трансформатор» рассчитать следующие виды защит:** Защиту нулевой последовательности генератора от однофазных замыканий обмотки статора; |  |  |
| 14 | | **Для блоков «генератор-трансформатор» рассчитать следующие виды защит:** Поперечную дифференциальную защиту от витковых замыканий обмотки статора; |  |  |
| 15 | | Разработка и оформление графической части проекта. |  |  |
| **Всего** | | | **МДК.02.02 Релейная защита и автоматика электрооборудования электрических станций сетей и систем. *(курсовая работа)*** | | **360** |  |

*Примечание:*

Обзорных лекций - \_\_\_

Практических занятий - \_\_\_\_\_\_

Самостоятельная работа студента - \_\_\_\_\_\_\_

1. **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы токовых защит, виды, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
2. Принцип работы дистанционной защиты, зоны действия, место установки комплекта и источник питания защиты.
3. Принцип работы дифференциальной защиты, виды, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
4. Принцип работы дифференциальной защиты шин, зоны действия, место установки комплекта и источник питания защиты.
5. Принцип работы дифференциальной защиты трансформатора, зоны действия, место установки комплекта и источник питания защиты.
6. Принцип работы дифференциальной высокочастотной защиты линий, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
7. Требования предьявляемые к релейной защите.
8. Для чего устанавливают релейную защиту, на что она действует.
9. Почему защиты делятся на основные и резервные.
10. Почему дифференциальная высокочастотная защита линий является основной.
11. Назначение релейной защиты в энергосистеме.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Назначение автоматике в энергосистеме.
2. Виды автоматики.
3. Что такое АПВ, ТАПВ, ОАПВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает, для чего нужна данная автоматика и в чём их отличие и схожесть.
4. Что такое АВР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
5. Что такое ЧАПВ, АЧР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает, для чего нужна данная автоматика, уставки защиты и в чём их отличие и схожесть.
6. Что такое АЛАР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
7. Что такое АОПЧ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика, уставки защиты.
8. Что такое АОПН, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика, уставки защиты.
9. Что такое УРОВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
10. Что такое ЛАПНУ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
11. Что такое АРДЛ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
12. Что такое АРДСВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
13. **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1 ПО МДК.02.02 “Релейная защита и автоматика электрооборудования электрических станций сетей и систем”**

**Вариант №1**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы токовых защит, виды, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Назначение автоматике в энергосистеме.
2. Виды автоматики.
3. Что такое АРДСВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Вариант №2**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы дистанционной защиты, зоны действия, место установки комплекта и источник питания защиты.
2. Принцип работы дифференциальной защиты, виды, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Что такое АВР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
2. Что такое ЧАПВ, АЧР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает, для чего нужна данная автоматика, уставки защиты и в чём их отличие и схожесть.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Вариант №3**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы дифференциальной защиты шин, зоны действия, место установки комплекта и источник питания защиты.
2. Принцип работы дифференциальной защиты трансформатора, зоны действия, место установки комплекта и источник питания защиты.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Что такое ЧАПВ, АЧР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает, для чего нужна данная автоматика, уставки защиты и в чём их отличие и схожесть.
2. Что такое АЛАР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Вариант №4**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы дифференциальной высокочастотной защиты линий, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
2. Требования предьявляемые к релейной защите.
3. Для чего устанавливают релейную защиту, на что она действует.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Что такое АЛАР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
2. Что такое АОПЧ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика, уставки защиты.
3. Что такое АОПН, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика, уставки защиты.
4. Что такое УРОВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
5. Что такое ЛАПНУ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Вариант №5**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы дифференциальной высокочастотной защиты линий, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
2. Требования предьявляемые к релейной защите.
3. Почему дифференциальная высокочастотная защита линий является основной.
4. Назначение релейной защиты в энергосистеме.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Виды автоматики.
2. Что такое АПВ, ТАПВ, ОАПВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает, для чего нужна данная автоматика и в чём их отличие и схожесть.
3. Что такое АОПЧ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика, уставки защиты.
4. Что такое АОПН, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика, уставки защиты.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Вариант №6**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы токовых защит, виды, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
2. Принцип работы дифференциальной высокочастотной защиты линий, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
3. Почему защиты делятся на основные и резервные.
4. Почему дифференциальная высокочастотная защита линий является основной.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Назначение автоматике в энергосистеме.
2. Что такое АПВ, ТАПВ, ОАПВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает, для чего нужна данная автоматика и в чём их отличие и схожесть.
3. Что такое АВР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
4. Что такое АЛАР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Вариант №7**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы токовых защит, виды, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
2. Почему защиты делятся на основные и резервные.
3. Почему дифференциальная высокочастотная защита линий является основной.
4. Назначение релейной защиты в энергосистеме.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Назначение автоматике в энергосистеме.
2. Виды автоматики.
3. Что такое ЛАПНУ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
4. Что такое АРДЛ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Вариант №8**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы дифференциальной высокочастотной защиты линий, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
2. Требования предьявляемые к релейной защите.
3. Для чего устанавливают релейную защиту, на что она действует.
4. Почему защиты делятся на основные и резервные.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
2. Что такое АОПЧ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика, уставки защиты.
3. Что такое АОПН, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика, уставки защиты.
4. Что такое УРОВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Вариант №9**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы дифференциальной защиты трансформатора, зоны действия, место установки комплекта и источник питания защиты.
2. Принцип работы дифференциальной высокочастотной защиты линий, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
3. Почему дифференциальная высокочастотная защита линий является основной.
4. Назначение релейной защиты в энергосистеме.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Что такое АПВ, ТАПВ, ОАПВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает, для чего нужна данная автоматика и в чём их отличие и схожесть.
2. Что такое АВР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
3. Что такое АЛАР, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
4. Что такое АОПЧ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика, уставки защиты.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Вариант №10**

**Релейная защита в энергетических системах и на её обьектах.**

1. Принцип работы дифференциальной защиты, виды, зоны действия, место установки комплектов и источник питания защиты.
2. Принцип работы дифференциальной защиты шин, зоны действия, место установки комплекта и источник питания защиты.
3. Принцип работы дифференциальной защиты трансформатора, зоны действия, место установки комплекта и источник питания защиты.
4. Назначение релейной защиты в энергосистеме.

**Автоматика в энергосистеме и на её обьектах**

1. Назначение автоматике в энергосистеме.
2. Что такое АПВ, ТАПВ, ОАПВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает, для чего нужна данная автоматика и в чём их отличие и схожесть.
3. Что такое УРОВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.
4. Что такое АРДСВ, принцип работы, на какой обьект энергосистемы устанавливается, что отключает и для чего нужна данная автоматика.

**Практическое задание**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Задача №1.**

**Тема: Расчёт уставок МТЗ**

W

T1

Рисунок 2 – Схема сети

Таблица 2.1 - Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| вариант | Элементы схемы | Параметры схемы | | | | | | | |  |
|  | L  км | N  шт. |  |  | % | Р, МВт |  | сек |
| В1,В5 | W |  | 100 | 2 |  |  |  |  |  | 0,2 |
| T1 | 63 |  | 1 | 110 | 10 | 11 |  |  |  |
| Р1 |  |  | 5 |  |  |  | 5 | 0,98 |  |
| Р2 |  |  | 4 |  |  |  | 4 | 0,87 |  |
| В2,В6 | W |  | 50 | 2 |  |  |  |  |  | 0,1 |
| T1 | 40 |  | 1 | 220 | 6 | 11 |  |  |  |
| Р1 |  |  | 4 |  |  |  | 5 | 0,98 |  |
| Р2 |  |  | 6 |  |  |  | 4 | 0,87 |  |
| В3,В7 | W |  | 200 | 2 |  |  |  |  |  | 0,4 |
| T1 | 127 |  | 1 | 330 | 110 | 11 |  |  |  |
| Р1 |  |  | 3 |  |  |  | 5 | 0,98 |  |
| Р2 |  |  | 5 |  |  |  | 4 | 0,87 |  |
| В4,В8 | W |  | 80 | 2 |  |  |  |  |  | 0,3 |
| T1 | 100 |  | 1 | 110 | 15,75 | 11 |  |  |  |
| Р1 |  |  | 3 |  |  |  | 5 | 0,98 |  |
| Р2 |  |  | 6 |  |  |  | 4 | 0,87 |  |
| В9 | W |  | 68 | 2 |  |  |  |  |  | 0,9 |
| T1 | 80 |  | 1 | 110 | 6 | 11 |  |  |  |
| Р1 |  |  | 6 |  |  |  | 5 | 0,98 |  |
| Р2 |  |  | 5 |  |  |  | 4 | 0,87 |  |

Таблица 2.2 – Токи КЗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | min | max |
| I(3) кА | 32,9 | 25,8 |
| I(2) кА | 22,1 | 23,7 |

***Ток срабатывания защиты***

(А)

1÷2. Коэффициент отстройки

2÷3. Коэффициент самозапуска двигателей потребителей

0,8. Коэффициент возврата реле

нагрузка линий рассчитанная в (А)

***Ток срабатывания реле***

коэффициент схемы = 1

**Проверяем чувствительность выбранной защиты на двухфазное КЗ.**

, следовательно защита по чувствительности проходит и её можно устанавливать в качестве основной.

**Если МТЗ не прошла по чувствительности на двухфазное КЗ то устанавливают токовую отсечку с высокой стороны**.

***Ток срабатывания защиты***

(А)

***Ток срабатывания реле***

***Проверка на чувствительность***

2 , следовательно защита проходит по чувствительности и её можно устанавливать в качестве основной.

**Задача №2.**

**Тема: Расчёт уставок ТЗНП**

**Задание: Нарисовать схему энергосети в которой рассчитываете ТЗНП**

Таблица 5 - Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| вариант | кА | % | кА | кА | Ом | МВА | кВ |
| 1 | 6,14 | 11 | 12,8 | 8,14 | 0,4 | 63 (Т) | 110 |
| 2 | 4,25 | 10,5 | 9,2 | 6,44 | 0,38 | 63 (Т) | 220 |
| 3 | 5,89 | 11 | 9,64 | 7,52 | 0,,48 | 80 (Т) | 110 |
| 4 | 7,12 | 10,5 | 15,2 | 10,4 | 0,29 | 125 (Т) | 330 |
| 5 | 9,14 | 12 | 18,3 | 15,6 | 0,28 | 3\*80(АТ) | 750 |
| 6 | 15,7 | 14 | 28,6 | 21,8 | 0,20 | 3\*125(АТ) | 1150 |
| 7 | 4,6 | 13 | 9,4 | 7,5 | 0,30 | 125 (АТ) | 500 |
| 8 | 6,2 | 11 | 9,4 | 7,3 | 0,35 | 80 (АТ) | 220 |
| 9 | 4,3 | 14 | 11,3 | 8,2 | 0,25 | 3\*125(АТ) | 750 |

**I ступень – токовая отсечка нулевой последовательности.**

1. **Первичный ток срабатывания защиты.**

***а) Отстройка от КЗ в конце линии***



Кн1 = 1,2 – коэффициент надежности;

***б) Отстройка от броска тока намагничивания трансформатора***



Сб = 0,84 (Uномдо 110 кВ) – коэффициент броска;

Сб = 0,92 (Uномвыше 110 кВ);

Хw – сопротивление защищаемой линии;

ХТ – сопротивление трансформатора подстанции к которой подходит данная ЛЭП, найденное по формулам ниже;

 для Sном т = 6,3–63 МВА

 для Sном т = 75–125 МВА

 для Sном АТ = 6,3–63 МВА

 для Sном АТ = 75–180 МВА

 для Sном АТ> 200 МВА

**Большее из(а, б) принимаем за основу.**

**2. Вторичный ток срабатывания защиты**

,

мощность нагрузки на линии равна мощности трансформатора подстанции

коэффициент схемы = 1

**3. Коэффициент чувствительности**

;

**II (III)ступень – ТОНП с Δt**

**1. Первичный ток срабатывания защиты.**

***а) Отстройка от защит смежных элементов***



где

Ктр2 – коэффициент токораспределения, который определяется как отношение протекающего тока по защищаемой линии к току, протекающему по смежной при однофазном КЗ за смежной линией в максимальном режиме, = 0,6;

Кн1 = 1,2 – коэффициент надежности;

***б) Отстройка от однофазного КЗ за АТ (на средней стороне) в конце линии***



Большее из (a, б) принимаем за основу.

**2. Вторичный ток срабатывания реле**



**3. Коэффициент чувствительности**



ЕслиКч< 1,5 , то рассчитывается III ступень ТЗНП отдельно.

**4. Время срабатывания защиты**

tуров + Δt = 0 + 0,3 + 0,5 = 0,8 c

Δt – время отключения выключателя установленного на подстанции.

**Задача №3.**

**Тема: Расчёт уставок ДЗ**

Таблица 6.-Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| вариант | Ом | шт | парал-ая  ЛЭП | кА | Ом | МВА | кВ |
| 1 | - | 2 | нет | 8,14 | 0,4 | 230 | 110 |
| 2 | - | 2 | нет | 6,44 | 0,38 | 150 | 220 |
| 3 | - | 2 | нет | 7,52 | 0,,48 | 130 | 110 |
| 4 | 0,3 | 1 | да | 10,4 | 0,29 | 220 | 330 |
| 5 | 0,14 | 1 | да | 15,6 | 0,28 | 450 | 750 |
| 6 | 0,32 | 1 | да | 21,8 | 0,20 | 800 | 1150 |
| 7 | 0,45 | 1 | да | 7,5 | 0,30 | 400 | 500 |
| 8 | - | 2 | нет | 7,3 | 0,35 | 310 | 220 |
| 9 | 0,3 | 1 | да | 8,2 | 0,25 | 560 | 750 |

**I ступень ДЗ**

1. **Первичное сопротивление срабатывания защиты**

***а) Отстройка от КЗ в конце линии***



где

Кн1 = 0,87 – коэффициент надежности;

Z1-2 – модуль комплексного сопротивления защищаемой линии;

***в) Отстройка от КЗ в конце параллельной линии и каскадном отключении ее***



гдеZ1–2 – комплексное сопротивление защищаемой линии;

Кн2 = 0,44 – коэффициент надежности;

Ктр5 – коэффициент токораспределения, который определяется как отношение протекающего тока по защищаемой линии к току, протекающему по параллельной линии и каскадном отключении ее при трехфазном КЗ в конце отключенной параллельной линии = 0,65;

,

где  – угол расчетного выражения между активной и индуктивной составляющими (выражение в скобках формулы выше);

 =75о – угол максимальной чувствительности.

За основу принимаем меньшеезначение сопротивленияиз(а, в).

1. **Вторичное сопротивление срабатывания реле.**



КI – коэффициент трансформации тока

КU – коэффициент трансформации напряжения

1. **Чувствительность.**



где  – ток двухфазного КЗ по ветви при КЗ в конце защищаемой линии в минимальном режиме;

Iтр = 1,5; 3; 6 А – ток точной работы для I и II ступени.

**II ступень ДЗ**

**1. Первичное сопротивление срабатывания защиты.**

***а) Отстройка от защит смежных участков***



где

Кн2 = 0,78 – одноцепная ЛЭП;

Кн2 = 0,66 – двухцепная ЛЭП;

Ктр6 – коэффициент токораспределения, который определяется как отношение протекающего тока по защищаемой линии к току, протекающему по смежной линии при трехфазном КЗ в конце смежного элемента в максимальном режиме= 0,75;

,

где

 – угол расчетного выражения между активной и индуктивной составляющими (выражение в скобках формулы выше);

 =75о – угол максимальной чувствительности.

***в) Отстройка от КЗ в конце параллельной линии и каскадном отключении ее***



**г) Если параллельной линии нет**

, Кн3 = 1,25;

Меньшее значение из(а, в, г) принимаем за основу.

**2. Вторичное сопротивление срабатывания реле.**



**3. Чувствительность.**





где  – ток трехфазного КЗ по ветви при КЗ в конце защищаемой линии в минимальном режиме;

Если Кч меньше требуемого, то отстраиваемся от II ступеней смежных участков

**5. Время срабатывания защиты**

 Δt

Δt – время отключения выключателя, установленного на вашей подстанции.

tсз см эл – время отключения I ступени защиты смежного элемента.

**III ступень ДЗ**

**1. Первичное сопротивление срабатывания защиты**



Кн = 1,2 – коэффициент надежности;

Кв = 1,1 – коэффициент возврата;

Iн – ток нагрузки;

 = 26 –– угол нагрузки.

1. **Вторичное сопротивление срабатывания реле.**



**3.Чувствительность.**

В зоне защищаемого участка





где

 – ток трехфазного КЗ по ветви при КЗ в конце защищаемой линии в минимальном режиме;

Iтр = 0,5; 1; 2 А – ток точной работы для III ступени.

1. **Список рекомендуемой литературы**
   1. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам.
   2. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики: учебник / Г.Ф. Быстрицкий. – 3-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2012. – 352с.ISBN 978-5-16-002223-9.
   3. Кацман М.М. Электрические машины: учебник для студ. оброзоват. учр. сред. проф. образования / - 7-е изд., стер.-М.:Издательский центр «Академия», 2007. -496с.ISBN 978-5-7695-4005-9
   4. Корнеева Л.К. Электрооборудование электрических сетей и подстанций (Практикум для студентов сред.проф. образования) – М.: Издательский центр «Академия», 2006, 124с..ISBN 5-93901-002-4.
   5. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник для сред. Проф. Образования/ Л.Д. Рожкова, Л.К.Корнеева, - М.: Издательский центр «Академия», 2004, -448с..ISBN 5-7695-2328-Х.
   6. Рожкова Л.Д. , Козулин В.С. Электрооборудование электрических сетей и подстанций. Учебник для техникумов. – 3-е изд. Перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987, -648с.
   7. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и ceтей промышленных предприятий: Учеб.для нач. проф. образования: Учеб.пособие для сред. проф. образования / Ю.Д.Сибикин, М.Ю.Сибикин. ¬ М.: Издательский центр «Академия», 2004, - 432 с. .ISBN 5-94231-010-6.
   8. Электронный справочник: В 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы/ Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.,: Издательство МЭИ, 1995. – 440 с.: ил. ISBN 5-7046-0099-9, ISBN 5-7046-0100-6. (Т.1).
   9. Электронный справочник: В4 т. Т.2. Электротехнические изделия и устройства / Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 9-е изд., испр. и доп. – М.,: Издательство МЭИ, 2003. – 518 с.: ил. ISBN 5-7046-0986-4, ISBN 5-7046-0984-8. (Т.2).
   10. Электронный справочник: В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.,: Издательство МЭИ, 2002. – 964с.: ил. ISBN 5-7046-0099-9, ISBN 5-7046-0750-0. (Т.3).
   11. Электронный справочник: В 4 т. Т.4. Использование электрической энергии / Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.,: Издательство МЭИ, 2002. – 696 с.: ил. ISBN 5-7046-0099-9, ISBN 5-7046-0751-9. (Т.4).
   12. <http://belenergo.pro/>. Профессиональный сайт ООО Научно-производственное обьединение . Завод энергооборудования. : - режим доступа.
   13. <http://lib.rosenergoservis.ru/>. Электронная библиотека по энергетике. Росэнергосервис. : - режим доступа.
   14. <http://leg.co.ua/>. Электронный каталог по электрооборудованию. Электрические сети. : - режим доступа.