

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 02.06.2026 12:12:27

Уникальный идентификатор:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865558255954364c

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Д.МИЛЛИОНЩИКОВА»**

Электротехника и электропривод

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

« 31 » 05 2025 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

Р. А.-М. Магомадов



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты

Направление

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки

" Геотермальная электростанция "

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Составитель



Т.Ш. Амхаев

Грозный – 2025

ПАСПОРТ
ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты
(наименование дисциплины)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Общие вопросы проектирования в электроэнергетической системе (ЭЭС)	ОПК-2, ПК-3	Собеседование Контрольная работа
2.	Проектирование релейной защиты и автоматики (РЗА) линий электропередачи (ВЛ) напряжением 110-750 кВ	ОПК-2, ПК-3	Самостоятельная работа
3.	Проектирование РЗА основных элементов подстанций 110-750 кВ	ОПК-2, ПК-3	Самостоятельная работа
4.	Организация цепей переменного тока и напряжения и системы оперативного тока подстанций с напряжением 110 кВ	ОПК-2, ПК-3	Самостоятельная работа
5.	Проектирование автоматики управления выключателями на напряжение 110 кВ	ОПК-2, ПК-3	Практическая работа

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	<i>Собеседование</i>	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	<i>Контрольная работа</i>	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу учебной дисциплины.	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	<i>Расчетно-графическая</i>	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной	Комплект заданий для выполнения

	<i>работа</i>	методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	расчетно-графической работы
4	<i>Творческое задание</i>	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ)

Раздел Общие вопросы проектирования в электроэнергетической системе (ЭЭС)

1. Режимы работы ЭЭС, рассматриваемые при проектировании комплексов релейной защиты и автоматики (РЗА) энергообъектов
2. Назначение и взаимодействие устройств РЗА
3. Общие принципы, этапы и задачи, решаемые при проектировании РЗА
4. Нормы технологического проектирования
5. Требования к оформлению технической документации
6. Типовое проектирование
7. Особенности проектирования систем РЗА для нестандартных и реконструируемых объектов

Раздел Проектирование релейной защиты и автоматики (РЗА) линий электропередачи

(ВЛ) напряжением 110-750 кВ

1. Требования к системе РЗА ВЛ 110-220 кВ
2. Расчеты электрических величин, необходимых для выбора параметров срабатывания релейной защиты
3. Определение необходимого, в соответствии с «правилами устройства электроустановок» (ПУЭ) и «Нормами технологического проектирования», состава системы защит
4. Рекомендации по выбору оборудования (элементная база, производитель и т.д.)
5. Расчеты уставок. Функциональные и принципиальные схемы
6. Рассмотрение одного из [типовых проектов](#) РЗА ВЛ 110-220 кВ
7. Особенности требований к составу комплекса РЗА ВЛ 330-750 кВ
8. Вопросы повышения надежности ликвидации повреждений на ВЛ 330-750 кВ
9. Учет качаний и асинхронного хода
10. Номенклатура устройств РЗА ВЛ 110-750 кВ, выпускаемых отечественной промышленностью и зарубежными производителями, включая микропроцессорные устройства

Раздел Проектирование РЗА основных элементов подстанций 110-750 кВ

1. Типовые схемы распределительных устройств (РУ) 110-750 кВ
2. Требования к комплексам РЗА, устанавливаемым в соответствии с ПУЭ и «Нормами технологического проектирования» на трансформаторах, автотрансформаторах, шинах и ошиновках
3. Рекомендации по выбору и размещению оборудования РЗА на подстанции и расчету уставок устройств
4. Организация выходных цепей защиты
5. Особенности применения микропроцессорных комплексов РЗА элементов подстанций
6. Обсуждение одного из типовых проектов РЗА подстанции
7. Защиты, устанавливаемые в цепях секционных и шино-соединительных выключателей

Раздел Организация цепей переменного тока и напряжения и системы оперативного тока подстанций с напряжением 110 кВ

1. Требования к трансформаторам тока (ТТ) и напряжения (ТН) и рекомендации по их выбору при проектировании вторичных цепей РЗА энергообъектов
2. Режимы работы ТТ и ТН
3. Номенклатура выпускаемых ТТ и ТН
4. Расчет нагрузок на ТТ и ТН
5. Учет насыщения т. т. при проектировании комплексов РЗА
6. Резервирование релейной защиты по цепям переменного тока и напряжения
7. Организация системы оперативного постоянного тока (ОПТ) на подстанциях с напряжением 110-750 кВ
8. Назначение, требования и структура (ОПТ)
9. Щиты постоянного тока
10. Выбор и расчеты защитно-коммутационного оборудования (ОПТ)

Раздел Проектирование автоматики управления выключателями на напряжение 110 кВ

1. Схемы управления выключателями разных типов
2. Современные шкафы управления
3. Устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ)

Критерии оценки ответов на теоретические вопросы (текущий контроль):

- ✓ результат, содержащий полный правильный ответ, полностью – соответствующий требованиям критерия, – максимальное количество баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты – ответа – более 60%) или ответ, содержащий незначительные неточности, т.е. ответ, имеющий незначительные отступления от требований критерия, – 75% от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты – ответа – от 30 до 60%) или ответ, содержащий значительные неточности, т.е. ответ, имеющий значительные отступления от требований критерия – 40 % от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты – ответа – менее 30%), неправильный ответ (ответ не по существу задания) или отсутствие ответа, т.е. ответ, не соответствующий полностью требованиям критерия, – 0 % от максимального количества баллов;

НАИМЕНОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ)

1. Изучение конструкции реле (тока, напряжения, времени, промежуточного и указательного)
2. Расчет МТЗ и ТО силового трансформатора
3. Изучение конструкции стойки контролируемого пункта
4. Исследование взаимодействия шкафа управления подстанцией и рабочего места энергодиспетчера при передаче команд телеуправления

НАИМЕНОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ)

1. Исследование работы микропроцессорного устройства защиты линии электропередачи
2. Исследование схемы и элементов автоматики фидера питающей линии районного потребителя
3. Исследование схемы и элементов автоматики фидера питающей линии специального назначения (фидера контактной сети)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

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

Цель работы: изучить назначение, конструкцию, параметры электромеханических реле тока, напряжения, времени, промежуточного и указательного.

Оборудование и приборы:

KA – реле тока;

KV – реле напряжения;

KT – реле времени;

KL – промежуточное реле;

KN – указательное реле.

Краткие теоретические сведения

Для ограничения развития аварий при коротких замыканиях и уменьшении перерыва в электроснабжении потребителей применяют специальные устройства, которые называются релейной защитой. Релейная защита обеспечивает быстрое автоматическое отключение поврежденного элемента электроустановки путем воздействия на электромагнит отключения выключателя, а также сигнализирует об отключении.

Релейная защита состоит из комплекта реле, связанных между собой по определенным схемам.

Реле представляет собой автоматическое устройство, которое способно реагировать на изменение контролируемой им величины. Реле имеет два органа: воспринимающий и исполнительный. У электромеханических реле воспринимающим органом являются обмотки, исполнительным - контакты.

По назначению реле делятся на измерительные или основные и логические или вспомогательные. К основным реле относятся реле тока и напряжения, вспомогательным - реле времени, промежуточные, указательные.

Порядок выполнения работы

1. Изучить назначение, конструкцию и номинальные параметры электромеханического реле тока.

1.1. Указать назначение реле тока, в каких релейных защитах применяется, каким органом в этих защитах является.

1.2. Выполнить эскиз реле тока, указать название основных элементов.

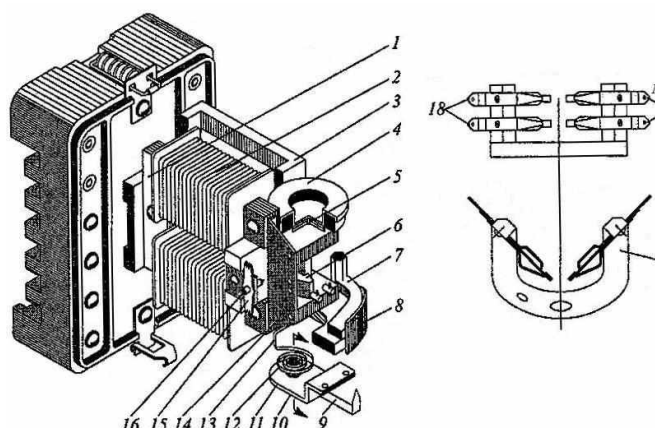


Рисунок 1.1.1. Реле тока РТ-40

1 – сердечник; 2 – каркас с обмоткой; 3 – алюминиевая стойка; 4 – демпфер; 5 – верхняя полюсь; 6 – подвижной контакт; 7 – изоляционная колодка; 8 – шкала уставок;
9 – указатель уставки; 10 – пружинодержатель; 11 – шестигранная втулка; 12 – спиральная пружина; 13 – хвостовик; 14 – якорь; 15 – фасонная пластинка; 16 – левый упор; 17 – правая пара неподвижных контактов; 18 – левая пара неподвижных контактов.

1.3. Привести схему внутренних соединений реле.

1.4. В таблице 1.1.1 указать характеристики изучаемого реле тока.

Таблица 1.1.1 - Характеристики реле тока

Марка реле тока	Число обмоток	Количество контактов замыкающихся	Количество контактов размыкающихся	Пределы уставок по току при послед. соединении обмоток	Пределы уставок по току при паралл. соединении обмоток

Привести расшифровку полной маркировки реле тока.

2. Изучить назначение, конструкцию и номинальные параметры электромеханического реле напряжения.

2.1. Указать назначение реле напряжения, в каких релейных защитах применяется, каким органом в этих защитах является.

2.2. Выполнить эскиз реле напряжения, указать название основных элементов.

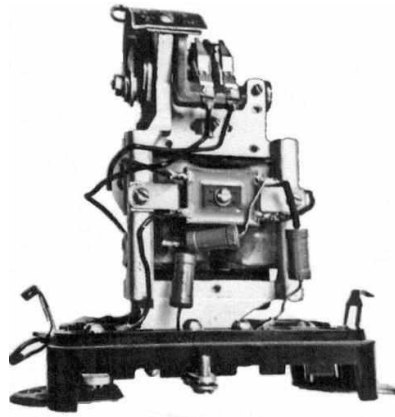


Рисунок 1.1.2. Общий вид реле напряжения РН-50.

2.3. Привести схему внутренних соединений реле.

2.4. В таблице 1.1.2 указать характеристики изучаемого реле напряжения.

Таблица 1.1.2

Характеристики реле напряжения

Марка реле напряжения	Число обмоток	Количество контактов замыкающихся	Количество контактов размыкающихся	Пределы уставок по напряжению при послед. соединении обмоток	Пределы уставок по напряжению при паралл. соединении обмоток

Привести расшифровку полной маркировки реле напряжения.

3. Изучить назначение, конструкцию и номинальные параметры электромеханического реле времени.

3.1. Указать назначение реле времени, в каких релейных защитах применяется, каким органом в этих защитах является.

3.2. Выполнить эскиз реле времени, указать название основных элементов.

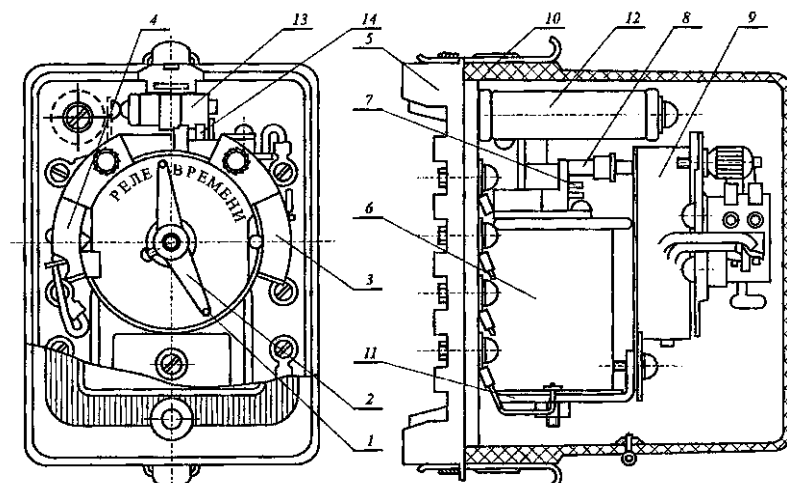


Рисунок 1.1.3. Реле времени РВ-100.

1 – мостик подвижного контакта; 2 – траверса; 3 – колодка неподвижного основного контакта; 4 – колодка неподвижного временно замыкающего контакта; 5 – цоколь; 6 – обмотка; 7 – якорь; 8 – заводной рычаг часового механизма; 9 – часовой механизм; 10 – кожух; 11 – магнитопровод; 12 – добавочный резистор; 13 – конденсатор; 14 – толкатель контактов мгновенного действия.

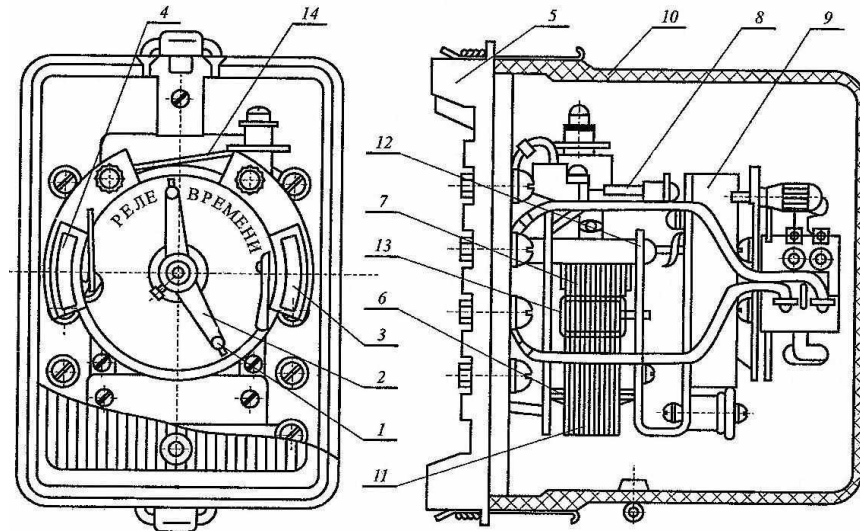


Рисунок 1.1.4. Реле времени РВ-200

1 – мостик подвижного контакта; 2 – траверса; 3 – колодка неподвижного временно замыкающего контакта; 4 – колодка неподвижного основного контакта; 5 – цоколь; 6 – обмотка; 7 – якорь; 8 – заводной рычаг часового механизма; 9 – часовой механизм; 10 – кожух; 11 – магнитопровод; 12 – стягивающая рамка; 13 – короткозамкнутый виток; 14 – переключающий контакт мгновенного действия.

3.3. Привести схему внутренних соединений реле.

3.4. В таблице 1.1.3 указать характеристики изучаемого реле времени.

Таблица 1.1.3

Характеристики реле времени

Марка реле времени	Число обмоток	Количество контактов замыкающихся	Количество контактов размыкающихся	Пределы уставок по времени	Номинальное напряжение и род тока

Привести расшифровку полной маркировки реле времени.

4. Изучить назначение, конструкцию и номинальные параметры электромеханического промежуточного реле.

4.1. Указать назначение промежуточного реле, в каких релейных защитах применяется, каким органом в этих защитах является.

4.2. Выполнить эскиз промежуточного реле, указать название основных элементов.

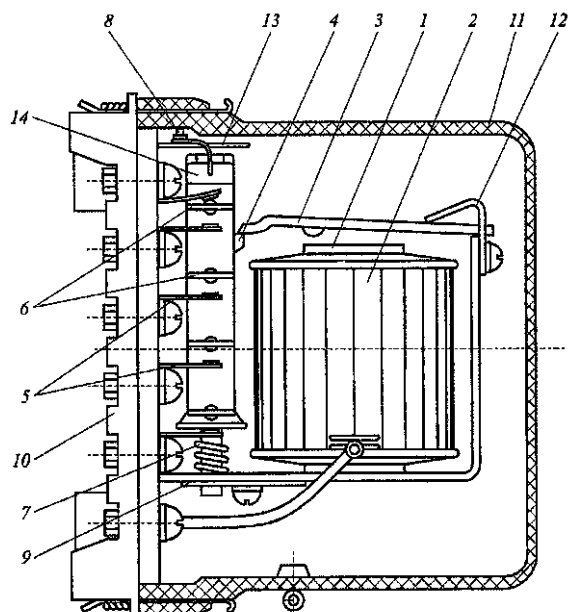


Рисунок 1.1.5. Реле промежуточное РП-23.

1 – сердечник; 2 – обмотка; 3 – якорь; 4 – хвостовик якоря; 5 – неподвижные контакты; 6 – подвижные контакты; 7 – возвратная пружина; 8 – направляющая скоба; 9 – пластинка; 10 – цоколь; 11 – кожух; 12 – упор якоря; 13 – верхний упор; 14 – упорная колодка.

4.3. Привести схему внутренних соединений реле.

4.4. В таблице 1.1.4 указать характеристики изучаемого промежуточного реле.

Таблица 1.1.4

Характеристики промежуточного реле

Марка реле промежуточного	Число обмоток	Количество контактов замыкающихся	Количество контактов размыкающихся	Номинальное напряжение и род тока

Привести расшифровку полной маркировки промежуточного реле.

5. Изучить назначение, конструкцию и номинальные параметры электромеханического указательного реле.

5.1. Указать назначение указательного реле, в каких релейных защитах применяется, каким органом в этих защитах является.

5.2. Выполнить эскиз указательного реле, указать название основных элементов.

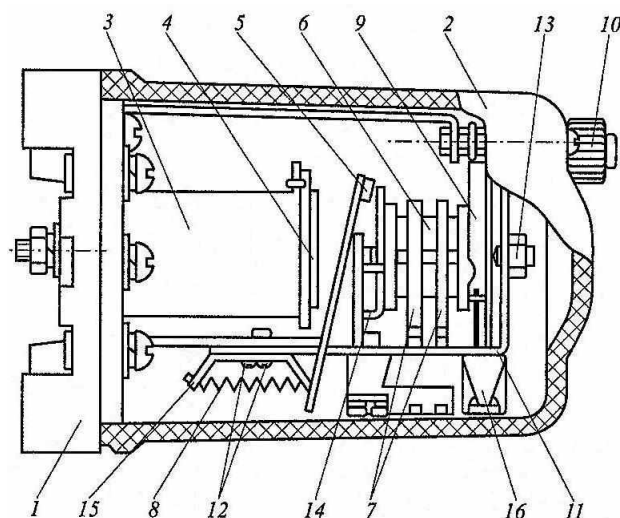


Рисунок 1.1.6. Указательное реле РУ-21

1 – цоколь; 2 – кожух; 3 – обмотка; 4 – сердечник; 5 – якорь; 6 – барабанчик;
 7 – неподвижные контакты; 8 – возвратная пружина; 9 – флажок; 10 – ручка возврата
 флажка; 11 – скоба; 12 – винты крепления скобы; 13 – полуось; 14 – скоба барабанчика;
 15 – регулировочная скоба; 16 – скоба возврата.

5.3. Привести схему внутренних соединений реле.

5.4. В таблице 1.1.5 указать характеристики изучаемого указательного реле.

Таблица 1.1.5

Характеристики указательного реле

Марка реле указательного	Число обмоток	Количество контактов замыкающихся	Количество контактов размыкающихся	Номинальное напряжение и род тока

Привести расшифровку полной маркировки указательного реле.

Контрольные вопросы.

1. Каково конструктивное отличие реле тока от реле напряжения?
2. Назначение часового механизма у реле времени.
3. Каким способом осуществляется возврат указательного реле?

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Перечень применяемого оборудования и приборов.
3. Назначение изученных реле.
4. Эскизы изученных реле с указанием основных элементов.
5. Таблицы с характеристиками реле.
6. Ответы на контрольные вопросы.
7. Вывод.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Расчет МТЗ и ТО силового трансформатора

Цель работы: научиться рассчитывать токи срабатывания МТЗ и ТО силового трансформатора, определять чувствительность релейных защит.

Исходные данные:

1. $I_{к.min1}$ – минимальный ток трехфазного КЗ в месте установки защит, кА;
2. $I_{к.min2}$ – минимальный ток трехфазного КЗ за трансформатором, кА;
3. $I_{к.max}$ – максимальный ток трехфазного КЗ на шинах вторичного напряжения одиночно работающего трансформатора, кА;
4. $S_{H.TP}$ - номинальная мощность трансформатора, кВА;
5. U_{H1} – номинальное напряжение первичной обмотки силового трансформатора, кВ;
6. U_{H2} – номинальное напряжение вторичной обмотки силового трансформатора, кВ;
7. Схема соединения трансформаторов тока и реле тока (задается преподавателем: полная звезда, неполная звезда, полный треугольник, неполный треугольник).

Исходные данные по вариантам приведены в таблице 1.2.1.

Порядок выполнения работы

1. Начертить совмещенную схему МТЗ и ТО силового двухобмоточного трансформатора.
2. Выполнить расчет МТЗ и ТО силового двухобмоточного трансформатора.
 - 2.1. Рассчитать МТЗ силового двухобмоточного трансформатора.
 - 2.1.1. Рассчитать ток срабатывания МТЗ, А:

$$I_{c.mтз} = \frac{K_H \cdot K_{C3П} \cdot I_{pаб. max}}{K_B}$$

где K_H – коэффициент надежности, $K_H = 1,1 - 1,2$;

$K_{C3П}$ – коэффициент, учитывающий увеличение нагрузки при самозапуске неотключившихся двигателей после восстановления напряжения, $K_{C3П} = 2 - 3$;

K_B – коэффициент возврата реле, $K_B = 0,85 - 0,9$;

$I_{pаб. max}$ – максимальный рабочий ток первичной обмотки силового трансформатора, А.

Таблица 1.2.1

Исходные данные для расчетов

Вариант	$S_{H.TP}$, кВА	U_{H1} , кВ	U_{H2} , кВ	$I_{k.m1}$, кА	$I_{k.m2}$, кА	$I_{k.m3}$, кА	КСЗ П	Схема соед.
1	4000	10	0,4	1,5	2,1	1	2,5	Неполная "звезда" с 2 реле
2	6300	35	0,4	9,1	12,2	3	2	Полная "звезда" с 3 реле
3	10000	35	10	1,9	2,9	1,2	2,5	"Δ" с 3 реле
4	1600	35	10	2,0	2,1	1,5	3	"Δ" с 2 реле
5	2500	110	10	2,6	3,8	1,4	2	"Δ" с 3 реле
6	4000	35	10	4,5	6,0	2,5	2,5	Полная "звезда" с 3 реле
7	2500	10	0,4	6,8	8,0	2,5	3	Неполная "звезда" с 2 реле
8	16000	10	0,4	5,0	7,2	1,5	2	Неполная "звезда" с 2 реле
9	100	10	0,4	4,0	5,6	1,3	2,5	Неполная "звезда" с 2 реле
10	10000	110	10	16	21	10	2	Полная "звезда" с 3 реле
11	4000	10	0,4	2,5	6,8	1,6	2,5	Неполная "звезда" с 2 реле
12	6300	35	0,4	8,6	14,5	2,8	2	Полная "звезда" с 3 реле
13	10000	35	10	2,0	2,1	1,5	2,5	"Δ" с 3 реле
14	1600	35	10	1,9	2,9	1,2	3	"Δ" с 2 реле
15	2500	110	10	2,8	4,0	1,6	2	"Δ" с 3 реле
16	4000	35	10	4,7	6,3	2,7	2,5	Полная "звезда" с 3 реле
17	2500	10	0,4	7,0	8,4	2,8	3	Неполная "звезда" с 2 реле
18	16000	10	0,4	5,2	7,6	1,7	2	Неполная "звезда" с 2 реле
19	100	10	0,4	4,3	5,8	1,5	2,5	Неполная "звезда" с 2 реле
20	10000	110	10	18	23	12	2	Полная "звезда" с 3 реле
21	4000	10	0,4	1,3	1,9	1	2,5	Неполная "звезда" с 2 реле
22	6300	35	0,4	9,0	12,0	2,8	2	Полная "звезда" с 3 реле
23	10000	35	10	1,7	2,7	1,0	2,5	"Δ" с 3 реле
24	1600	35	10	1,9	4,1	1,3	3	"Δ" с 2 реле
25	2500	110	10	2,4	3,6	1,2	2	"Δ" с 3 реле
26	4000	35	10	4,3	5,8	2,3	2,5	Полная "звезда" с 3 реле
27	2500	10	0,4	6,6	7,8	2,4	3	Неполная "звезда" с 2 реле
28	16000	10	0,4	4,8	7,0	1,3	2	Неполная "звезда" с 2 реле
29	100	10	0,4	3,7	5,4	1,1	2,5	Неполная "звезда" с 2 реле
30	10000	110	10	14	19	8	2	Полная "звезда" с 3 реле

Максимальный рабочий ток первичной обмотки силового трансформатора определяется по формуле:

$$I_{\text{раб.мах}} = \frac{S_{H.TP}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1}},$$

2.1.2. Рассчитать ток уставки срабатывания реле, А:

$$I_{y.cp} = \frac{I_C}{K_{CT}} \cdot K_{CX},$$

где K_{CX} – коэффициент схемы, при включении реле на фазные токи (схема соединения ТА полная или неполная звезда) $K_{CX} = 1$, при включении реле на разность фазных токов (схема соединения ТА полный или неполный треугольник);

K_I – коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока.

Для определения K_I необходимо по рабочему току $I_{\text{раб.мах}}$ выбрать измерительный трансформатор тока с первичным током $I_{H1} \gg I_{\text{раб.мах}}$. Коэффициент трансформации рассчитать по формуле:

$$K_I = \frac{I_{H1}}{I_{H2}},$$

где I_{H2} – номинальный ток вторичной обмотки трансформатора тока,

$I_{H2} = 5 \text{ А}$.

2.1.3. Рассчитать коэффициент чувствительности МТЗ:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I^{(2)}_{p.min}}{I_{y.cp}},$$

где $I^{(2)}_{p.min}$ – наибольший из вторичных токов, протекающих в одном из реле защиты при двухфазном КЗ за трансформатором в минимальном режиме работы схемы, А.

Формулы для расчета $I^{(2)}_{p.min}$ приведены в таблице 1.2.2.

МТЗ является чувствительной, если коэффициент чувствительности $K_{\text{ч}} \gg 1,5$.

Таблица 1.2.2 - Формулы для расчета тока двухфазного КЗ за трансформатором

Схема соединения ТА	Коэффициент схемы К _{СХ}	Расчетные формулы
полная звезда	1	$I_{p.min}^{(2)} = \frac{I_K \cdot \min 2}{K \cdot K_T}$
неполная звезда	1	$I_{p.min}^{(2)} = \frac{0,5 I_K \cdot \min 2}{K \cdot K_T}$
полный треугольник	3	$I_{p.min}^{(2)} = \frac{1,5 I_K \cdot \min 2}{K \cdot K_T}$
неполный треугольник	$\sqrt{3}$	$I_{p.min}^{(2)} = \frac{1,5 I_K \cdot \min 2}{K \cdot K_T}$

2.2. Рассчитать ТО силового трансформатора.

2.2.1. Рассчитать ток срабатывания ТО, кА:

$$I_{с.то} = K_H \cdot I_{к.тах},$$

где K_H – коэффициент надежности, $K_H = 1,4$.

Рассчитать ток уставки срабатывания реле, А:

$$I_{y.cp} = \frac{I_{с.то}}{K_I \cdot K_T},$$

K_T – коэффициент трансформации защищаемого трансформатора.

Коэффициент трансформации силового трансформатора определяется по формуле:

$$K_T = \frac{U_{H1}}{U_{H2}},$$

где U_{H1} и U_{H2} – номинальные напряжения первичной и вторичной обмоток силового трансформатора соответственно, кВ.

2.2.2. Рассчитать коэффициент чувствительности ТО:

$$K_{\chi} = \frac{I_{p.min}^{(2)}}{I_{y.cp}},$$

где $I_{p.min}^{(2)}$ – наибольший из вторичных токов, протекающих в одном из реле

защиты при двухфазном КЗ в минимальном режиме работы схемы, А.

Формулы для расчета $I_{p.min}^{(2)}$ приведены в таблице 1.2.3.

Таблица 1.2.3 - Формулы для расчета тока двухфазного КЗ в месте установки защиты

Схема соединения ТА	Коэффициент схемы $K_{сх}$	Расчетные формулы
полная звезда	1	$I_{p.min}^{(2)} = \frac{3I_{к. min}}{\sqrt{K_I}}$
неполная звезда	1	$I_{p.min}^{(2)} = \frac{3I_{к. min}}{\sqrt{2K_I}}$
полный треугольник	$\frac{3}{\sqrt{}}$	$I_{p.min}^{(2)} = \frac{3I_{к. min}}{\sqrt{K_I}}$
неполный треугольник	$\sqrt{3}$	$I_{p.min}^{(2)} = \frac{3I_{к. min}}{2K_I}$

ТО является чувствительной, если коэффициент чувствительности $K_{\chi} \gg 1,5$.

Примечание: при расчете коэффициентов чувствительности МТЗ и ТО необходимо учитывать, чтобы токи $I_{p.min}^{(2)}$ и $I_{y.c.p.}$ имели одинаковые единицы измерения.

3. Пояснить действие МТЗ и ТО при коротком замыкании в точке К (точка короткого замыкания К задается преподавателем).

Контрольные вопросы.

1. На какие выключатели воздействуют МТЗ и ТО при коротком замыкании в защищаемом трансформаторе?
2. У реле тока какой защиты ток уставки срабатывание реле больше?
3. Назовите достоинства и недостатки МТЗ и ТО силового трансформатора.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Исходные данные.
3. Совмещенная схема МТЗ и ТО двухобмоточного силового трансформатора.
4. Расчет МТЗ и ТО двухобмоточного силового трансформатора.
5. Описание действия каждой из защит в заданной точке КЗ.
7. Ответы на контрольные вопросы.
8. Вывод.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема: Изучение конструкции стойки контролируемого пункта

Цель работы: практически ознакомиться со структурой и основными элементами шкафа контролируемого пункта и установить порядок взаимодействия его с операторской станцией и управляемыми объектами.

Оборудование и приборы:

- Стойка телемеханики контролируемого пункта;
- Операторская станция (компьютер);
- Стенд для проверки работы стойки телемеханики;
- Руководство по эксплуатации изучаемой стойки телемеханики.

Краткие теоретические сведения

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.

Порядок выполнения работы

1. Определить назначение оборудования контролируемого пункта, данные занести в таблицу 1.3.1.

Таблица 1.3.1

Состав оборудования контролируемого пункта

Наименование оборудования	Назначение	Технические данные	Присоединенная аппаратура	Вид соединительных кабелей

2. Зарисовать структурную схему шкафа контролируемого пункта. Определить

назначение отдельных модулей шкафа и выписать их в отчет.

3. Определить и записать в отчет количество объектов телеуправления и телесигнализации.

4. С помощью руководства по эксплуатации шкафа телемеханики составить алгоритмы работы элементов шкафа при приеме команды телеуправления и сборе данных телесигнализации. Определить, в каких случаях выполнение команды будет блокироваться.

5. Подать питание на стойку телемеханики. С помощью светодиодной индикации убедиться в ее успешном запуске.

5.1. Под контролем преподавателя включить управляющий компьютер и запустить программу с функцией телеуправления. При введенном в работу оборудовании по заданию преподавателя подать подтверждающую команду на один из объектов телеуправления. Проследить за положением световых индикаторов на испытательном стенде стойки. Выписать в отчет результаты наблюдения.

5.2. Под контролем преподавателя произвести переключение объектов телемеханики вручную. Проследить за положением световых индикаторов телесигнализации на испытательном стенде стойки. Выписать в отчет результаты наблюдения.

Контрольные вопросы.

1. Какие модули стойки контролируемого пункта определяют скорость выполнения команды и объем передаваемой информации?

2. Что входит в состав аппаратуры шкафа телемеханики?

3. В каком случае выполнение команды телеуправления будет заблокировано?

Содержание отчета

1. Цель работы.

2. Структурная схема шкафа контролируемого пункта.

3. Заполненная таблица 1.3.1.

4. Техническая характеристика шкафа контролируемого пункта.

5. Алгоритм работы элементов стойки при приеме команды телеуправления и сбора данных телесигнализации.

6. Вывод об особенностях работы оборудования контролируемого пункта.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

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

Цель работы: практически ознакомиться с особенностями конструкции шкафа управления подстанцией и установить порядок приема и реализации команд телеуправления.

Оборудование и приборы:

- Шкаф управления подстанцией;
- Рабочее место энергодиспетчера (сенсорный монитор);
- Инструкция энергодиспетчера;
- Руководство по эксплуатации шкафа управления подстанцией.

Порядок выполнения работы

1. Изучить структурную схему оборудования энергодиспетчерского пункта и зарисовать в отчет.
2. Определить назначение модулей шкафа управления подстанцией, дан-ные занести в таблицу 1.4.1.

Таблица 1.4.1

Модули шкафа управления подстанцией

Наименование оборудования	Назначение	Присоединенная аппаратура

3. Зарисовать структурную схему шкафа управления подстанцией.
4. Определить и записать в отчет количество объектов телеуправления.
5. С помощью руководства по эксплуатации шкафа управления подстанцией и инструкции энергодиспетчера составить алгоритм работы элементов шкафа при приеме команды телеуправления для заданного преподавателем объекта. Определить, в каких случаях выполнение команды будет блокироваться.

Зарисовать или выписать в отчет данные по изменению графических обозначений и надписей на экране компьютера при успешном выполнении команды и при ее блокировке или несрабатывании.

6. Изучить структуру и форму отображения архива компьютера (при наличии соответствующей программы) и составить сообщения, которые должны появиться в архиве при выполнении операций п.5.
7. Подать питание на ячейки распределительных устройств и на шкаф управления подстанцией. При введенном в работу оборудовании, по заданию преподавателя подать подтверждающую команду на один из объектов телеуправления. Проследить за положением сигналов на экране монитора шкафа. Выписать в отчет результаты наблюдения.

Контрольные вопросы.

1. Какие элементы ШУП определяют скорость выполнения команды и объемпередаваемой

информации?

2. Что входит в состав аппаратуры шкафа управления подстанцией?

3. В каком случае выполнение команды телеуправления будет заблокировано?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Структурная схема энергодиспетчерского пункта
3. Структурная схема шкафа управления подстанцией.
4. Заполненная таблица 1.4.1.
5. Алгоритм работы элементов шкафа при передаче команды телеуправления и составленные сообщения архива.
6. Вывод об особенностях работы оборудования шкафа управления подстанцией в режиме телеуправления.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Исследование работы микропроцессорного устройства защиты линии электропередачи

Цель работы: практически изучить конструкцию и принцип действия микропроцессорного устройства релейной защиты линии электропередачи (фидера контактной сети), проверить действие устройства в различных режимах работы линии.

Оборудование и приборы:

- источник напряжения постоянного тока для питания цепей вторичной коммутации;
- ячейка фидера учебной тяговой подстанции, оснащенная микропроцессорным устройством защиты;
- мультиметры или тестеры;
- стенд для проверки работы микропроцессорного устройства релейной защиты;
- набор инструментов с изолированными рукоятками;
- техническая документация (технический паспорт, руководство по эксплуатации микропроцессорного устройства).

Краткие теоретические сведения

В общем случае микропроцессорные устройства защиты и автоматики выполняют следующие функции:

- измерение текущих токов и напряжений защищаемого присоединения;
- вычисление параметров сети (средних значений фазных токов и напряжений, токов и напряжений нулевой и обратной последовательностей, углов сдвига фаз между током и напряжением, сопротивлений, мощностей и т.д.);
- защиты присоединения от токов короткого замыкания и перегрузки;
- автоматики (автоматического повторного включения, автоматического включения резерва, устройства резервирования отказов выключателя, логической защиты шин и т.д.);
- управления коммутационными аппаратами (высоковольтными выключателями и разъединителями);
- сигнализации;
- самодиагностики;
- контроля выработки механического и коммутационного ресурса выключателя.

Микропроцессорное устройство может применяться как самостоятельный комплекс (интеллектуальный терминал), так и в составе автоматизированной системы управления подстанцией в качестве подсистемы нижнего уровня.

Конструктивно микропроцессорные устройства релейной защиты выполняются как в виде единого блока с встроенным пультом управления, дисплеем и сигнальными элементами, так и в виде комплекта, состоящего из отдельных блоков управления и защиты.

Общая структура микропроцессорного комплекса защиты представлена на рисунке 2.1.1.

Модуль дискретных входов обычно выполняется на основе оптронных пар. Преобразователи аналоговых сигналов представляют собой трансформаторы с ферромагнитным сердечником, а также трансформаторы тока, резистивные делители т.д., и служат для пропорционального уменьшения измеряемых напряжений (токов).

На вход аналого-цифрового преобразователя подаются масштабированные аналоговые сигналы, которые преобразуются в цифровые коды и далее поступают на соответствующие входы микропроцессорных модулей (микропроцессорных контроллеров).

Микропроцессорные контроллеры осуществляют функции вычислений, анализа параметрической информации и сигналов из оперативных цепей и цепей телемеханики (АСУ), сравнение с уставками защит, выработку команд и сигналов.

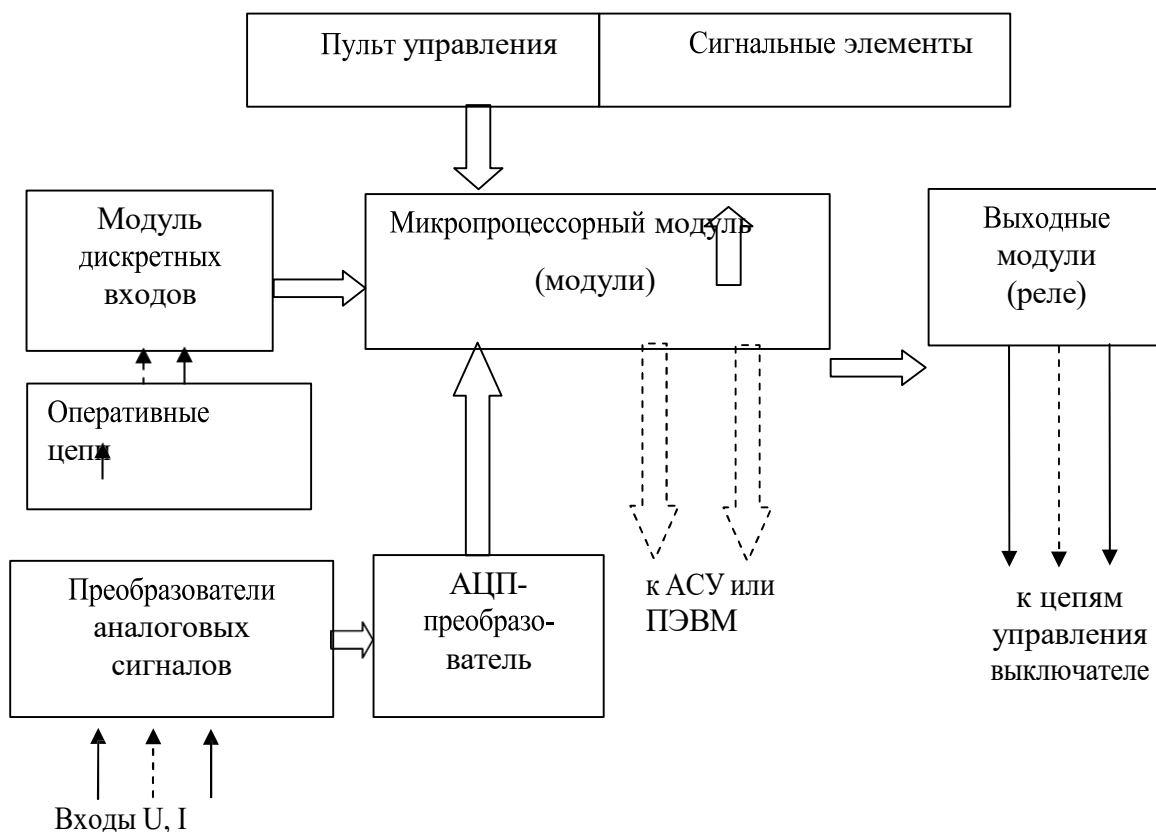


Рисунок 2.1.1. Структурная схема микропроцессорного устройства

Команды поступают на малогабаритные реле, расположенные в выходных модулях, а информация о работе устройства отображается на дисплее и сигнальных элементах пульта; записывается в оперативную память устройства и по запросу из системы управления передается по каналам связи.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию блока микропроцессорной релейной защиты, записать назначение кнопок и сигнальных элементов. При наличии в устройстве отдельных блоков, выписать их назначение.

2. Определить назначение каждого модуля блока (устройства) и данные о них занести в таблицу 2.1.1.

Таблица 2.1.1

Назначение и присоединения модулей

Обозначение модуля	Назначение модуля	Свето-диодная индикация модуля	Внешние выводы модулей		
			Подключенное устройство	Обозначение разъема или клеммного соединителя	Тип и количество кабелей

3. Начертить структурную схему микропроцессорного устройства. На схеме должны быть указаны связи между модулями, назначения используемых кабелей, внешние выводы устройства.

4. С разрешения преподавателя подать питание на схему ячейки.

5. Произвести проверку работы микропроцессорной релейной защиты линии в различных режимах.

5.1. Подать команду включения выключателя, убедиться в срабатывании устройства.

5.2. С помощью испытательного стенда подать на аналоговые входы напряжение и ток нагрузки, на дисплее проверяемого устройства должны высветиться измеренные параметры.

5.3. С помощью меню, в присутствии преподавателя определить заданные уставки по токовым защитам и выписать их в отчет.

5.4. Выставить на испытательном стенде параметры аварийного режима, проследить запуск защиты и убедиться в аварийном отключении выключателя.

5.5. Произвести квитирование и повторно включить выключатель с помощью испытываемого микропроцессорного блока.

5.6. Повторить пункты 5.4 и 5.5, проверив работу остальных защит микропроцессорного устройства.

5.7. Результаты проведенных исследований занести в таблицу 2.1.2.

Таблица 2.1.2

Результаты проверки устройства

Режим работы	Параметры, подаваемые на аналоговые входы	Световая индикация устройства	Параметрические данные, выводимые на дисплей

6. Снять питание с исследуемого устройства, оперативных цепей и испытательных стендов.

7. Сделать вывод об исправности работы устройства.

Контрольные вопросы.

1. Из каких составных частей, состоит микропроцессорное устройство релейной защиты?

2. Какие функции защиты выполнил изученный блок?

3. Виды сигнализации микропроцессорных устройств.
4. Осуществление АПВ с помощью микропроцессорных устройств.
5. Какие параметры измеряются микропроцессорными терминалами?
6. Каким образом программируемые устройства релейной защиты и автоматики могут предотвратить ошибочные действия обслуживающего персонала?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Назначение кнопок и сигнальных элементов.
3. Заполненная таблица 2.1.1.
4. Заполненная таблица 2.1.2.
5. Структурная схема микропроцессорного устройства.
6. Вывод о проделанной работе и работоспособности устройства.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Исследование схемы и элементов автоматики фидера питающей линии районного потребителя

Цель работы: практически изучить взаимодействие элементов схемы автоматики фидера районного потребителя в различных режимах работы линии.

Оборудование и приборы:

- источник напряжения постоянного тока для питания стенда;
- стенд со схемой управления, оснащенный устройствами релейной защиты и автоматики;
- мультиметр или тестер;
- набор инструментов с изолированными рукоятками.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить принципиальную схему автоматики (выдается преподавателем).
2. Ответить на вопросы преподавателя об основных функциях, которые выполняет схема.
3. Определить назначение каждого из реле и данные о них занести в таблицу 2.2.1.

Таблица 2.2.1

Характеристики реле

Условное обозначение	Тип реле	Параметры обмоток (U, R)	Назначение в схеме

4. Устно рассказать преподавателю о назначении элементов схемы.
5. С разрешения преподавателя подать питание на схему автоматики.

6. С помощью кнопок включения и отключения проверить работу схемы в режимах оперативного управления.
7. Проверить срабатывание максимальной токовой защиты на заданных уставках токовых реле и работу устройства автоматического повторного включения РПВ-58.
8. Проверить действие токовой отсечки с отключением выключателя и блокировкой АПВ. (Конденсатор не должен успевать зарядиться).
9. Результаты наблюдений занести в таблицу 2.2.2. При заполнении таблицы следует учитывать порядок срабатывания элементов схемы.

Таблица 2.2.2

Результаты проверки схемы

Функция	Способ запуска функции	Наименование реле	Получает питание (+)/теряет питание (-)	Сигнализация

10. Вычертить монтажную схему для одной из операций защиты или автоматики по заданию преподавателя.
11. Снять питание со схемы автоматики.

Контрольные вопросы.

1. Причины аварийного отключения выключателя фидера районного потребителя.
2. В каком порядке срабатывают элементы схемы при аварийном отключении выключателя фидера районного потребителя?
3. Световая и звуковая сигнализация аварийного состояния выключателя.
4. Требования к устройствам автоматического повторного включения (АПВ).
5. Порядок осуществления автоматического повторного включения.
6. Основные типы реле, применяемые для осуществления функции АПВ.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Заполненная таблица 2.2.1.
3. Заполненная таблица 2.2.2.
4. Заданный фрагмент монтажной схемы.
5. Вывод о результатах наблюдений, полученных в ходе выполнения работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

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

Цель работы: практически изучить взаимодействие элементов схемы автоматики фидера контактной сети 3,3 кВ в различных режимах работы линии.

Оборудование и приборы:

- источник напряжения постоянного тока для питания стенда;
- стенд со схемой управления, оснащенный устройствами автоматики выключателя фидера контактной сети постоянного тока;
- мультиметр или тестер;
- набор инструментов с изолированными рукоятками.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить элементы стенда с цепями вторичной коммутации выключателя и принципиальную схему автоматики, выданную преподавателем.
2. Ответить на вопросы преподавателя об основных функциях, которые выполняет схема.
3. Определить назначение каждого из реле и автоматических выключателей и данные о них занести в таблицу 2.3.1.

Таблица 2.3.1

Характеристики приборов и аппаратов

№№ цепей	Условное обозначение	Тип реле	Параметры обмоток (U, R)	Назначений в схеме

4. Устно рассказать преподавателю о назначении элементов схемы.
5. С разрешения преподавателя подать питание на схему автоматики.
6. С помощью кнопок включения и отключения проверить работу схемы в режимах оперативного управления, а также работу реле блокировки при повторном нажатии кнопки включения.
7. С помощью испытательной кнопки или управляя реле РДШ, выполнить имитацию аварийного отключения выключателя и проверить действие автоматического повторного включения.
8. Проверить блокировку АПВ и аварийную сигнализацию при отключенном положении тумблера ИКЗ.
9. Результаты наблюдений занести в таблицу 2.3.2. При заполнении таблицы следует учитывать порядок срабатывания элементов схемы.

Таблица 2.3.2

Результаты проверки схемы

Функция	Способ запуска функции	Наименование реле	Получает питание (+)/теряет питание (-)	Сигнализация

10. Вычертить монтажную схему для одной из операций защиты автоматики по заданию преподавателя.
11. Снять питание со схемы автоматики.

Контрольные вопросы.

1. В каком порядке срабатывают элементы схемы при оперативном включении (отключении) выключателя фидера контактной сети постоянного тока?
2. Световая и звуковая сигнализация положения выключателя фидера контактной сети.
3. Причины автоматического отключения выключателя фидера контактной сети постоянного тока.
4. Особенности организации автоматического повторного включения фидеров контактной сети постоянного тока.
5. Порядок осуществления автоматического повторного включения.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Заполненная таблица 2.3.1.
3. Заполненная таблица 2.3.2.
4. Заданный фрагмент монтажной схемы.
5. Вывод о результатах наблюдений, полученных в ходе выполнения работы.

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ)

3 семестр

Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Режимы работы ЭЭС, рассматриваемые при проектировании комплексов релейной защиты и автоматики (РЗА) энергообъектов.
2. Назначение и взаимодействие устройств РЗА.
3. Общие принципы, этапы и задачи, решаемые при проектировании РЗА.
4. Требования к оформлению технической документации. Типовое проектирование.
5. Особенности проектирования систем РЗА для нестандартных и реконструируемых объектов.
6. Требования к системе РЗА ВЛ 110-220 кВ.
7. Расчеты электрических величин, необходимых для выбора параметров срабатывания релейной защиты.
8. Определение необходимого, в соответствии с «правилами устройства электроустановок» (ПУЭ) и «Нормами технологического проектирования», состава системы защит.
9. Рекомендации по выбору оборудования (элементная база, производитель и т.д.). Расчеты уставок.
10. Функциональные и принципиальные схемы.
11. Особенности требований к составу комплекса РЗА ВЛ 330-750 кВ.
12. Вопросы повышения надежности ликвидации повреждений на ВЛ 330-750 кВ.
13. Учет качаний и асинхронного хода.
14. Номенклатура устройств РЗА ВЛ 110-750 кВ, выпускаемых отечественной промышленностью и зарубежными производителями, включая микропроцессорные устройства.
15. Типовые схемы распределительных устройств (РУ) 110-750 кВ.
16. Требования к комплексам РЗА, устанавливаемым в соответствии с ПУЭ и «Нормами технологического проектирования» на трансформаторах, автотрансформаторах, шинах и ошиновках.
17. Рекомендации по выбору и размещению оборудования РЗА на подстанции и расчету уставок устройств.

18. Организация выходных цепей защиты.
19. Особенности применения микропроцессорных комплексов РЗА элементов подстанций.
20. Защиты, устанавливаемые в цепях секционных и шиносоединительных выключателей.
21. Требования к трансформаторам тока (ТТ) и напряжения (ТН) и рекомендации по их выбору при проектировании вторичных цепей РЗА энергообъектов. Структура и функциональные связи.
22. Режимы работы ТТ и ТН.
23. Номенклатура выпускаемых ТТ и ТН.
24. 22. Расчет нагрузок на ТТ и ТН.
25. 22. Учет насыщения т. т. при проектировании комплексов РЗА.
26. Резервирование релейной защиты по цепям переменного тока и напряжения.
27. Организация системы оперативного постоянного тока (ОПТ) на подстанциях с напряжением 110-750 кВ.
28. Назначение, требования и структура (ОПТ). Щиты постоянного тока.
29. Выбор и расчеты защитно-коммутационного оборудования (ОПТ).
30. 27. Схемы управления выключателями разных типов.
31. Современные шкафы управления.
32. Устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ).

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Организация системы оперативного постоянного тока (ОПТ) на подстанциях с напряжением 110-750 кВ.
2. Особенности требований к составу комплекса РЗА ВЛ 330-750 кВ.

УТВЕРЖДАЮ:

«_____» _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 2

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Режимы работы ЭЭС, рассматриваемые при проектировании комплексов релейной защиты и автоматики (РЗА) энергообъектов.
2. Устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ).

УТВЕРЖДАЮ:

«_____» _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

БИЛЕТ № 3

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Назначение и взаимодействие устройств РЗА.
2. Современные шкафы управления.

УТВЕРЖДАЮ:

«_____» _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

БИЛЕТ № 4

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Организация системы оперативного постоянного тока (ОПТ) на подстанциях с напряжением 110-750 кВ.
2. Особенности требований к составу комплекса РЗА ВЛ 330-750 кВ.

УТВЕРЖДАЮ:

«_____» _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

БИЛЕТ № 5

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Общие принципы, этапы и задачи, решаемые при проектировании РЗА.
2. Выбор и расчеты защитно-коммутационного оборудования (ОПТ).

УТВЕРЖДАЮ:

«_____» _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

БИЛЕТ № 6

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Вопросы повышения надежности ликвидации повреждений на ВЛ 330-750 кВ.
2. Особенности требований к составу комплекса РЗА ВЛ 330-750 кВ.

УТВЕРЖДАЮ:

« _____ » _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 7

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Расчеты электрических величин, необходимых для выбора параметров срабатывания релейной защиты.
2. Режимы работы ТТ и ТН. Номенклатура выпускаемых ТТ и ТН.

УТВЕРЖДАЮ:

« _____ » _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 8

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Номенклатура устройств РЗА ВЛ 110-750 кВ, выпускаемых отечественной промышленностью и зарубежными производителями, включая микропроцессорные устройства.
2. Требования к трансформаторам тока (ТТ) и напряжения (ТН) и рекомендации по их выбору при проектировании вторичных цепей РЗА энергообъектов.

УТВЕРЖДАЮ:

« _____ » _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

БИЛЕТ № 9

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Рекомендации по выбору оборудования (элементная база, производитель и т.д.).
Расчеты уставок.
2. Защиты, устанавливаемые в цепях секционных и шиносоединительных выключателей.

УТВЕРЖДАЮ:

«_____» _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 10

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Определение необходимого, в соответствии с «правилами устройства электроустановок» (ПУЭ) и «Нормами технологического проектирования», состава системы защит.
2. Учет насыщения т. т. при проектировании комплексов РЗА.

УТВЕРЖДАЮ:

«_____» _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 11

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

1. Рекомендации по выбору и размещению оборудования РЗА на подстанции и расчету уставок устройств.
2. Расчет нагрузок на ТТ и ТН.

УТВЕРЖДАЮ:

«_____» _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____

БИЛЕТ № 12

Дисциплина **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты**

Институт Энергетики профиль _____ семестр 2

3. Особенности применения микропроцессорных комплексов РЗиА элементов подстанций.
4. Требования к комплексам РЗиА, устанавливаемым в соответствии с ПУЭ и «Нормами технологического проектирования» на трансформаторах, автотрансформаторах, шинах и ошиновках.

УТВЕРЖДАЮ:

« _____ » _____ 20 ____ г. Зав. кафедрой _____

Критерии оценки выполнения письменной контрольной работы (рубежный контроль):

Критерии оценки ответов на теоретические вопросы:

- ✓ результат, содержащий полный правильный ответ, полностью – соответствующий требованиям критерия, – максимальное количество баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты – ответа – более 60%) или ответ, содержащий незначительные неточности, т.е. ответ, имеющий незначительные отступления от требований критерия, – 75% от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты – ответа – от 30 до 60%) или ответ, содержащий значительные неточности, т.е. ответ, имеющий значительные отступления от требований критерия – 40 % от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты – ответа – менее 30%), неправильный ответ (ответ не по существу задания) или отсутствие ответа, т.е. ответ, не соответствующий полностью требованиям критерия, – 0 % от максимального количества баллов;

3 семестр (ОФО,ОЗФО), 1 семестр (ЗФО)

Вопросы к экзамену

1. Назовите основную цель создания ЦПС.
2. Поясните конструкцию и принцип действия оптического преобразователя тока.
3. Поясните конструкцию и принцип действия оптического преобразователя тока NXCT.
4. Поясните конструкцию и принцип действия оптического преобразователя NXVT.
5. Поясните конструкцию и принцип действия оптического преобразователя тока и напряжения NXVCT.
6. Поясните конструкцию и принцип действия оптического модуля для интеграции в оборудование.
7. Поясните конструкцию и принцип действия комплекта электронных блоков.
8. Поясните конструкцию и принцип действия магнитооптического преобразователя тока серии МОСТ.
9. Поясните конструкцию и принцип действия, комбинированного оптического измерительного устройства ОМУ.
10. Поясните конструкцию и принцип действия распределительного устройства PASS.

11. Поясните конструкцию и принцип действия распределительного устройства ДТС-126.
12. Поясните конструкцию и принцип действия распределительного устройства COMPASS.
13. Назовите особенности разрабатываемых концептуальных принципов построения цифровых подстанций в распределительных сетях.
14. Назовите основные базовые принципы построения цифровой подстанции.
15. Для чего используется вторичное оборудование цифровой подстанции?
16. Какие требования предъявляются к информационным моделям, протоколам обмена?
17. Что должны поддерживать информационные модели и протоколы взаимодействия согласно IEC 61850?
18. Что должно поддерживать вторичное оборудование уровня присоединения?
19. Что должно поддерживать оборудование уровня присоединения 110 кВ?
20. Где размещается оборудование уровня присоединения 35 – 6(10) кВ?
21. Чем должно быть оснащено первичное оборудование уровня процесса?
22. Что обеспечивают подстанционная шина и шина присоединений?
23. Что обеспечивает информационная шина уровня процесса?
24. На чём основана единая информационная платформа на цифровой подстанции?
25. Для чего требуется синхронизация временных выборок на цифровой
а. подстанции?
26. Приведите типовую структуру комплекса автоматизированной системы управления технологическими процессами.
27. Что включает в себя полевое оборудование?
28. Приведите классификацию современных систем управления производством.
29. Как называется централизованное непрерывное наблюдение, контроль и оперативное регулирование хода производства, организуемое на основании установленных

календарных планов, сменно-суточных заданий в целях обеспечения равномерного и комплектного выпуска продукции с использованием средств оперативного управления?
30. Кто руководит всей работой по оперативному управлению?

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова*

БИЛЕТ № 1

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ *профиль подготовки* _____ *семестр* 3

1. Назовите основную цель создания ЦПС.
2. Кто руководит всей работой по оперативному управлению?

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова*

БИЛЕТ № 2

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ *профиль подготовки* _____ *семестр* 3

1. Приведите классификацию современных систем управления производством.
2. Поясните конструкцию и принцип действия оптического преобразователя тока.

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова*

БИЛЕТ № 3

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ *профиль подготовки* _____ *семестр* 3

1. Поясните конструкцию и принцип действия распределительного устройства COMPASS
2. Поясните конструкцию и принцип действия оптического преобразователя тока NXCT.

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова*

БИЛЕТ № 4

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ *профиль подготовки* _____ *семестр* 3

1. Поясните конструкцию и принцип действия оптического преобразователя NXVT.
2. Приведите типовую структуру комплекса автоматизированной системы управления технологическими процессами.

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова*

БИЛЕТ № 5

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ *профиль подготовки* _____ *семестр* 3

1. Поясните конструкцию и принцип действия оптического преобразователя тока и напряжения NXVCT.
2. Для чего требуется синхронизация временных выборок на цифровой подстанции?

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова*

БИЛЕТ № 6

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ *профиль подготовки* _____ *семестр* 3

1. Поясните конструкцию и принцип действия оптического модуля для интеграции в оборудование.
2. На чём основана единая информационная платформа на цифровой подстанции?

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова*

БИЛЕТ № 7

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ *профиль подготовки* _____ *семестр* 3

1. Поясните конструкцию и принцип действия комплекта электронных блоков.
2. Что обеспечивает информационная шина уровня процесса?

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова*

БИЛЕТ № 8

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ *профиль подготовки* _____ *семестр* 3

1. Поясните конструкцию и принцип действия магнитооптического преобразователя тока серии МОСТ.
2. Что обеспечивают подстанционная шина и шина присоединений?

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова*

БИЛЕТ № 9

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ *профиль подготовки* _____ *семестр* 3

1. Поясните конструкцию и принцип действия, комбинированного оптического измерительного устройства ОМУ.
2. Чем должно быть оснащено первичное оборудование уровня процесса?

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

БИЛЕТ № 10

Дисциплина Информационные основы диспетчерского и технологического управления

Институт ИЭ профиль подготовки _____ семестр 3

1. Поясните конструкцию и принцип действия распределительного устройства PASS.
2. Поясните конструкцию и принцип действия распределительного устройства COMPASS.

Зав.кафедрой ЭЭП

Р.А-М. Магомадов

Критерии оценок итогового контроля (зачет):

Зачтено	выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала
Не зачтено	выставляется при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала

Критерии оценок итогового контроля (экзамен):

Отлично	ответы содержательны и не содержат ошибок, даны ответы на дополнительные вопросы по другим темам курса
Хорошо	ответы содержат не принципиальные ошибки
Удовлетворительно	ответы содержат грубые ошибки
Неудовлетворительно	нет содержательного ответа на один из вопросов билета

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

а) Основная литература

1. Шевцова, Т. Г. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии : учебное пособие / Т. Г. Шевцова. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. — 82 с.
2. Перухин, М. Ю. Технические средства контроля в системах управления технологическими процессами : учебное пособие / М. Ю. Перухин, В. П. Ившин. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 20. — 147 с.
3. Управление логистическими и технологическими инновациями в промышленном комплексе : практикум / составители А. А. Лубнина, Ф. Ф. Галимулина. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 84 с.
4. Герасимов, А. В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами : учебное пособие / А. В. Герасимов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 123 с.

б) Дополнительная литература

1. Тренды и сценарии развития мировой энергетики в первой половине XXI века (книга), Белогорьев А.М., Бушуев В.В., Громов А.И., Куричев Н.К., Мастепанов А.М., 2011, Энергия, Институт энергетической стратегии.
2. Дидиков А.Е., Теория и практика применения возобновляемых источников энергии. Система компетентностно-ориентированных заданий. Учебно-методическое пособие (книга), 2016, Университет ИТМО
3. Стоянов Н.И., Смирнов С.С., Смирнова А.В., Использование вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии. Энергоаудит. Учебное пособие (курс лекций) (книга), 2019, Северо-Кавказский федеральный университет

в) Интернет-ресурсы:

1. <http://www.kodges.ru/nauka/182219-vvedenie-v-specialnost-yelektroyenergetika.html>
2. <http://www.twirpx.com/file/1050374/>
3. http://fondknig.com/books/apparatura/electotech/232026-vvedenie_v_specialnost_jelektrojenergetika.html

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Кожунов В.И. Устройство электрических подстанций [Текст]: Учебное пособие. - М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2016. – 401 с.
2. 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.

Дополнительные источники:

1. Ройзен О.Г. Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения. (Раздел 5, темы 5.2. – 5.5). [Текст]: Методическое пособие по проведению лабораторных и практических занятий по профессиональному модулю «Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей». Специальность 140409 (13.02.07) Электроснабжение (по отраслям) (на железнодорожном транспорте). – М.: ФБГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015, - 106 с.
2. Правила содержания тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения [Электронный ресурс]: Утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 1578р от 5.08.2016. Режим доступа: http://www.sptgt.ru/students/training_materials/elektrosnabzhenie-po-otraslyam/
3. Журнал «Железнодорожный транспорт».
4. Журнал «Интеллектуальные технологии на транспорте» - Режим доступа: itt-pgups@yandex.ru.

Методическое обеспечение:

1. Ройзен О.Г. Методические указания к выполнению практических и лабораторных работ по МДК 01.03. Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения. ПМ 01. Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей [Электронный ресурс]: для обучающихся заочной формы обучения. Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям). – СПТЖТ, 2018. Режим доступа: http://www.sptgt.ru/students/training_materials/elektrosnabzhenie-po-otraslyam/
2. Методические рекомендации по внеаудиторной самостоятельной работе по профессиональному модулю ПМ.01. Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей.

Заочная форма обучения. [Электронный ресурс]. Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям). – СПТЖТ, 2017. Режим доступа:

http://www.sptgt.ru/students/training_materials/elektrosnabzhenie-po-otraslyam/