



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Электроснабжение»

**РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА.
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ
УСТРОЙСТВ В СИСТЕМАХ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
для студентов специальности 1-43 01 03
«Электроснабжение (по отраслям)»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2007

УДК 621.316.925(075.8)
ББК 31.27.05я73
Р36

*Рекомендовано научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 1 от 20.09.2006 г.)*

Авторы-составители: *Л. И. Евминов, Д. Р. Мороз*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
Г. А. Селиверстов

Релейная защита и автоматика. Применение микропроцессорных устройств в системах релейной защиты : лаб. практикум для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» днев. и заоч. форм обучения / авт.-сост.: Л. И. Евминов, Д. Р. Мороз. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 130 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит теоретические сведения о микропроцессорных устройствах защиты, рабочее задание по выполнению лабораторных работ и контрольные вопросы. Подробно и в доступной форме изложены указания по изучению микропроцессорных устройств защиты с предоставлением схем подключения и способов выставления уставок.

Для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.316.925(075.8)
ББК 31.27.05я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2007

Защита двигателей переменного тока с применением микропроцессорного блока защит типа БЗ-03

1. Цель работы. Ознакомление с устройством, принципом действия, и испытанием блока защит БЗ-03. Расчет уставок защит двигателя.

2. Краткие теоретические сведения

2.1. Назначение блока защит БЗ-03

Блок защиты электродвигателя БЗ-03 (БЗ) предназначен для защиты трёхфазных электродвигателей от перегрузок или обрыва фазы. Защита осуществляется путём выключения электродвигателя при возникновении аварийных режимов.

2.2. Основные технические данные и характеристики БЗ

- Диапазон рабочего тока (программируемый)-(3-10) А.
- Время срабатывания при перегрузке электродвигателя - программируемое, зависит от кратности перегрузки.
- Время разгона (контроля перегрузок пускового режима)- программируемое, в пределах 1...99 с с дискретностью 1 с.
- Время срабатывания при обрыве фазы – не более 2с.
- Время блокировки пуска программируемое, в пределах (0...98)мин., с дискретностью – 1 минута. При установке значения "99" блокировка продолжается до нажатия кнопки "Сброс".
- Емкость счётчиков количеств срабатываний БЗ по перегрузке и по обрыву фазы – 99.
- После заполнения счётчики обнуляются и работают в суммирующем режиме до очередного заполнения.
- Память БЗ – энергонезависимая. Все заданные пользователем величины и показания счётчиков сохраняются гарантированно (независимо от наличия питания) более 10 лет.
- Число параметров и состояний, отражаемых на цифровом индикаторе - 13.
- Число программируемых параметров 5.
- Питание - сеть 220В +10% – 40%, частота 50 Гц.
- Потребляемая мощность - не более 2,5 Вт.

2.3. Устройство и принцип действия

БЗ состоит из микроконтроллера и датчиков тока. Структурная схема БЗ приведена на Рис. 14.1

Датчики тока служат для преобразования токов в цепях питания двигателя в напряжение. Первичные цепи датчиков тока образуются проводами, пропускаемыми через тороидальные магнитопроводы датчиков тока. Микроконтроллер с помощью коммутатора, пикового детектора и АЦП измеряет токи в силовых проводах фаз А, В и С. При этом коммутатор подключает для измерения одну из фаз, а пиковый детектор усиливает и запоминает на время аналого-цифрового преобразования уровни сигналов, снимаемых с датчиков тока. Значение максимального значения из измеренных фазных токов отображается на индикаторе. По измеренным значениям токов выявляются аварийные режимы работы двигателя: обрыв фазы и перегрузка по току. При появлении аварийных режимов вырабатывается сигнал "Блокировка", срабатывает реле Р, с помощью которого производится отключение магнитного пускателя. Клавиатура в устройстве предназначена для установки параметров защиты в цифровой форме. Параметры в процессе ввода отображаются на индикаторе, а по окончании ввода записываются во внутреннюю энергонезависимую память данных. В этой же энергонезависимой памяти накапливаются сведения о количестве аварийных отключений двигателя отдельно по токовой перегрузке и по обрыву фазы. Количества отключений по названным причинам отображаются на индикаторе во время нажатия соответствующих кнопок.

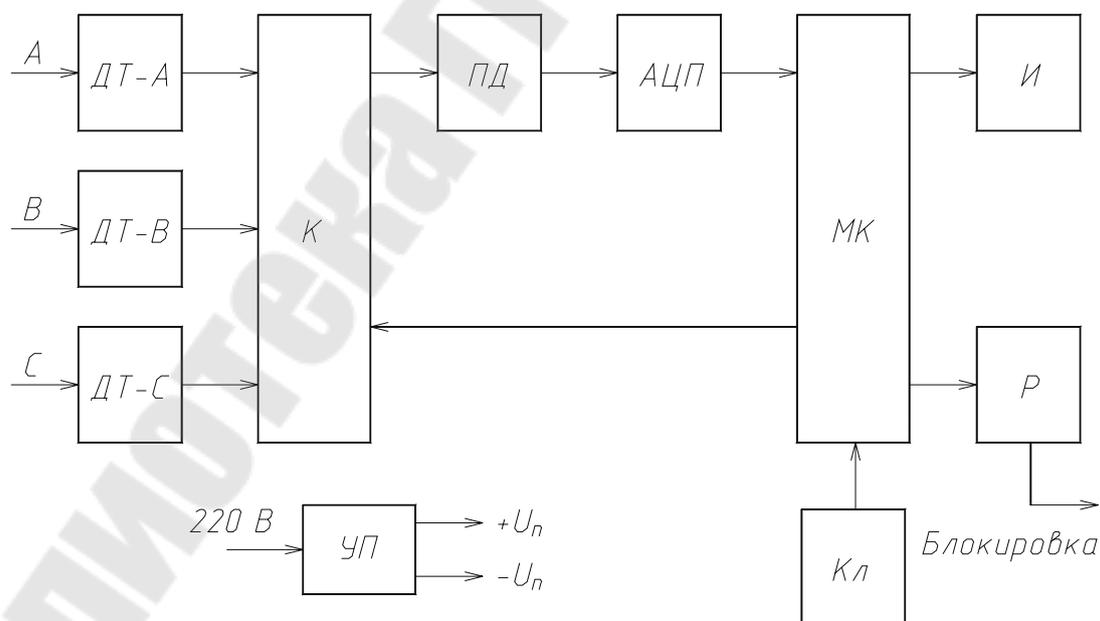


Рис. 14.1. Структурная схема БЗ:

ДТ-А – датчик тока фазы А; ДТ-В – датчик тока фазы В; ДТ-С – датчик тока фазы С; К – коммутатор; ПД – пиковый детектор; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; МК – микроконтроллер; И – индикатор; Р – реле; Кл – клавиатура; УП – узел питания.

Расположение кнопок на панели управления показано на рис. 14.2.

2.4. Указания по применению и эксплуатации

2.4.1. Подключение и установка рабочего режима.

2.4.1.1 Подключить БЗ согласно схеме, приведённой на рис. 14.3, проводами с медной жилой сечением (1,5-2,5) мм².

Внимание - схема дана для подключения пускателя с катушкой, соответствующей междуфазному напряжению (на лабораторном стенде $u_{\text{мф}} = 220$ в), для подключения пускателя с катушкой на $U_{\text{кат}} = U_{\text{мф}} / \sqrt{3}$, контакт "4" блока защиты необходимо подключить к нулевому проводу сети.

Закрыть клеммник БЗ защитной крышкой и подать служебное питание $\sim 220\text{В}$ тумблером SA1;

2.4.1.2. Нажав кнопку "I max(A)" и, удерживая её в нажатом положении, кнопками "+1" и "-1" установить по индикатору величину тока максимально допустимого для защищаемого электродвигателя. Ток индицируется в десятых долях Ампера.

2.4.1.3. Нажав кнопку "С инт. (А·с)" и, удерживая её в нажатом положении, кнопками "+1" и "-1" установить по индикатору константу интегрирования, являющую собой произведение величины превышения максимально допустимого установленного тока в Амперах на время её действия в секундах:

$$C_{\text{инт.}} (\text{А}\cdot\text{с}) = (I_{\text{перегрузки}} - I_{\text{max}}) \cdot T_{\text{перегрузки}}.$$

Пример 1. Допустим, установленный максимально допустимый рабочий ток $I_{\text{max}} = 5$ А и необходимо действие перегрузочного тока $I_{\text{перегрузки}} = 8$ А ограничить временем $T_{\text{перегрузки}} = 10$ с.

Тогда необходимо установить величину $C_{\text{инт.}} (\text{А}\cdot\text{с}) = (8 \text{ А} - 5 \text{ А}) \times 10 \text{ с} = 30 \text{ А}\cdot\text{с}$. (Естественно что, при действии иной перегрузки, например

$I_{\text{перегрузки}} = 10$ А, время действия перегрузки пропорционально сократится и составит: $T_{\text{перегрузки}} = 30 \text{ А}\cdot\text{с} / (10 \text{ А} - 5 \text{ А}) = 6$ с. Константа индицируется в единицах А·с.

2.4.1.4. Нажав кнопку "Т бл.(мин)" и, удерживая её в нажатом положении, кнопками "+1" и "-1" установить по индикатору желаемое время блокировки (в минутах) – время, в течение которого БЗ после его срабатывания в аварийной ситуации не разрешает повторное включение защищаемого электродвигателя.



- 1 – кнопка задания и вызова константы пусковой;
- 2 – кнопка задания и вызова времени пуска;
- 3 – кнопка задания и вызова константы рабочей;
- 4 – кнопка задания и вызова времени блокировки;
- 5 – кнопка сброса блокировки;
- 6 – кнопка задания и вызова максимального рабочего тока;
- 7 – индикатор двузначный семи-сегментный;
- 8 – крышка защиты клеммника;
- 9 – кнопка вызова индикации счётчика количества отключений по обрыву фазы и уменьшения значений параметров;
- 10 – кнопка вызова индикации счётчика количества отключений по токовой перегрузке и увеличения значений параметров;
- 11 – болт заземления.
- 12 – датчики тока.

Рис. 14.2. Общий вид БЗ-03

2.4.1.5. Нажав кнопку "Т пуск(с)" и, удерживая её в нажатом положении, кнопками "+1" и "-1" установить по индикатору время пуска электродвигателя (в секундах) – время, в течение которого БЗ работает по отдельной, пусковой программе. Для его правильной установки следует измерить реальное время разгона электродвигателя с оборотами до номинальной частоты его вращения и измеренное значение времени установить описанным выше способом.

2.4.1.6. Нажав кнопку "С пуск (А·с)" и, удерживая её в нажатом положении, кнопками "+1" и "-1" установить по индикатору пусковую константу интегрирования, являющую собой произведение величины превышения максимально допустимого установленного тока при пуске электродвигателя на время её действия:

$$C \text{ пуск (А·с)} = I \text{ пуск ср.} \cdot T \text{ пуск}$$

С пуск(А·с) индицируется в единицах А·с.

Пример 2. Допустим, средний пусковой ток 15 А, время пуска электродвигателя **T пуск (с) = 5 с**, тогда необходимо установить:

С пуск (А·с) = 15 А · 5 с = 75 А·с (Следует установить по индикатору значение «75»)

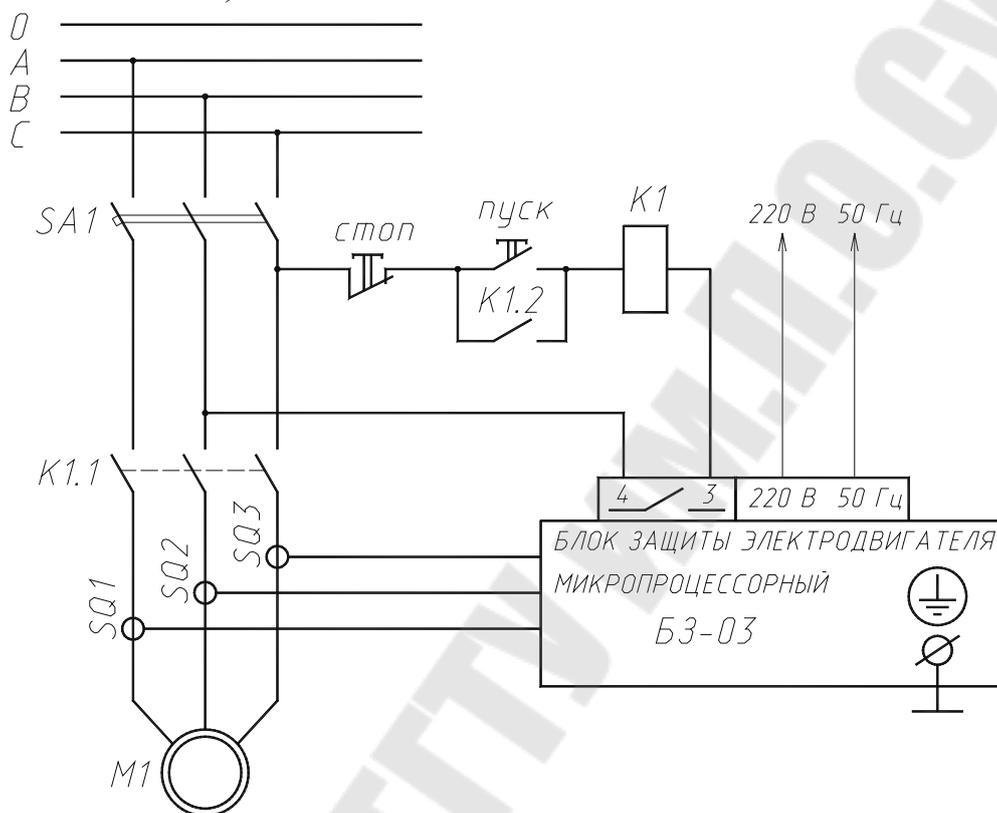


Рис. 3. Схема подключения БЗ

K1 – пускатель магнитный; *M1* – электродвигатель; *SA1* – выключатель автоматический; *SQ1...SQ3* – датчик тока

2.4.1.7. После установки параметров в соответствии с п.п. 2.4.1.3... 2.4.1.6 БЗ готов к работе.

2.5. Индикация состояний БЗ

2.5.1. При подаче служебного напряжения 220В на БЗ загорается знак "□□".

2.5.2. При работе электродвигателя индицируется текущее значение рабочего тока электродвигателя в **десятих долях** Ампера.

2.5.3. При срабатывании БЗ по превышению рабочего тока индицируется (в мигающем режиме) значение тока электродвигателя перед моментом его отключения.

2.5.4. В течение времени от начала перегрузки по току до момента отключения электродвигателя индицируется знак "/_/_"/ /

2.5.5. Во время пуска электродвигателя индицируется текущее значение пускового тока в Амперах.

2.5.6. При обрыве фазы индицируется знак "=" в мигающем режиме.

2.5.7. При нажатии кнопки "**ток**" индицируется число, соответствующее количеству произведённых БЗ отключений по превышению тока.

2.5.8. При нажатии кнопки "**фаза**" индицируется число, соответствующее количеству произведённых БЗ отключений по обрыву фазы.

2.5.9. При нажатии кнопки "**I мах (А)**" индицируется заданное значение максимально допустимого тока.

2.5.10. При нажатии кнопки "**Т бл. (мин)**" индицируется заданное значение времени блокировки повторного пуска в минутах.

2.5.11. При нажатии кнопки "**С инт. (А·с·10)**" индицируется заданное значение константы рабочей.

2.5.12. При нажатии кнопки "**Т пуск**" индицируется заданное значение времени пуска электродвигателя.

2.5.13. При нажатии кнопки "**С пуск (А·с·10)**" индицируется заданное значение константы пусковой.

2.5.14. При нажатии кнопки "**Сброс**" (после срабатывания БЗ) прекращается формирование заданного интервала времени блокировки, прекращается индикация символа обрыва фазы или значения тока в момент отключения электродвигателя (в зависимости от причины срабатывания БЗ) и блок готов к работе.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Собрать схему управления магнитным пускателем (Рис. 14.4) и подключить Амперметр (рис. 14.5) в фазу, соответствующую заданию (таблица 14.1).

3.2. Кнопкой SB "Вкл" включить стенд, кнопкой SB1 "Пуск" запустить электродвигатель и зафиксировать ток при пуске и в установившемся режиме. Результаты измерений занести в таблицу 14.2. Отключить двигатель кнопкой SB1 "Стоп" (схему не разбирать).

3.3. Измерить время самозапуска, для чего:

3.3.1. Кнопкой SB сек (сеть), расположенной на лицевой части, подать питание на секундомер СЭЦ-10000 (на шкале появятся цифры 00.00).

3.3.2. Собрать схему подключения секундомера (Рис. 14.6)

3.3.3. Кнопкой SB1 “Пуск” включить двигатель.

Таблица 14.1.

Исходные данные для проведения испытаний

№ бригады	Измерение тока в фазе	Фазы управления магнитным пускателем	Ток перегрузки $I_{\text{перегрузки}}$	Время перегрузки $T_{\text{перегрузки, с}}$	Δt , мин
1	В	А-С	$1,1 \cdot I_{\text{уст}}$	2,0	1,0
2	С	А-В	$1,15 \cdot I_{\text{уст}}$	2,5	1,5
3	А	В-С	$1,2 \cdot I_{\text{уст}}$	3	2,0
4	А	В-С	$1,3 \cdot I_{\text{уст}}$	5	3,0
5	В	А-С	$1,25 \cdot I_{\text{уст}}$	4	1,0
6	С	А-В	$1,35 \cdot I_{\text{уст}}$	3	2,0
7	В	А-С	$1,4 \cdot I_{\text{уст}}$	2,5	2,5
8	С	А-В	$1,5 \cdot I_{\text{уст}}$	2,0	3,0

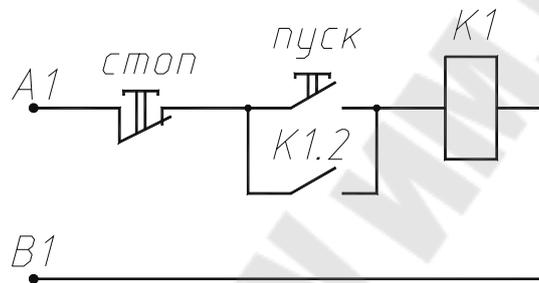


Рис. 14.4. Схема управления магнитным пускателем с питанием от фаз А и В

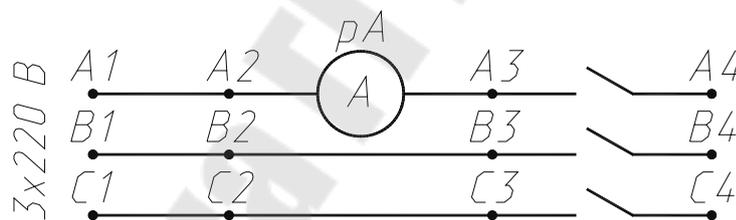


Рис. 14.5. Подключение Амперметра в фазу А

3.3.4. По окончании пуска двигателя секундомер остановит отсчет. Время пуска занести в таблицу 14.2.

3.4. До начала работы с БЗ необходимо рассчитать величины, входящие в табл. 14.2.

3.4.1. I_{max} (А) – значение максимально допустимого тока электродвигателя, которое устанавливается равным значению установившегося режима.

3.4.2. $C_{\text{инт}}$ (А·с) – константа интегрирования, рассчитывается согласно п.2.5.2.3. Величины, входящие в формулу, взять из таблицы 14.2.

3.4.3. $T_{\text{бл}}$ (мин) – время блокировки, принимается равным зна-

чению Δt из табл. 2.

Таблица 14.2.

Результаты измерений и вычислений

Ток при пуске $I_{пуск}$, А	Ток установившегося режима $I_{уст}$, А	Время пуска $t_{пуска}$, с	$I_{перегрузки}$, А	$T_{перегрузки}$, с	I_{max} (А)	С инт (А·с)	Т бл (мин)	Т пуск (с)	С пуск (с)	Время действия защиты от перегрузки при включении нагрузки, с	
										Н1	Н1+Н2

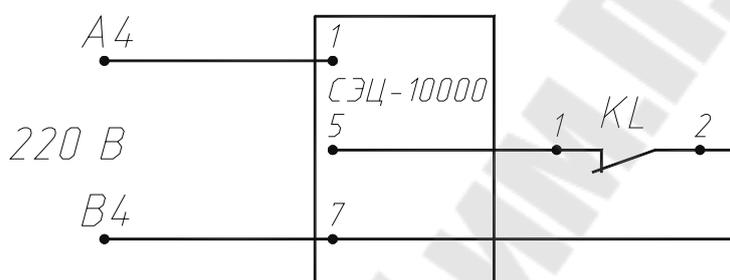


Рис. 14.6. Схема подключения секундомера

3.4.4. **Т пуск (с)** – время пуска электродвигателя.

3.4.5. **С пуск (А·с)** – пусковая константа интегрирования, рассчитывается согласно п. 2.5.1.6.

3.5. Установить величины, определенные в п. 3.4, на БЗ, руководствуясь указаниями п.2.5.2.

3.6. Подключить в схему управления магнитным пускателем двигателя выходные контакты БЗ (Рис. 14.3).

3.7. Включить двигатель в работу кнопкой SB “Пуск”. Показания индикатора БЗ по п.2.6.5 и п.2.6.2 занести в таблицу 14.3.

3.8. Кнопками SB1 и SB2 поочередно включить нагрузки Н1 и Н2. Показания индикатора занести в таблицу 14.3.

3.9. Произвести индикацию уставок БЗ по п.п.2.6.7-2.6.14. Показания индикации занести в таблицу 14.3.

3.10. Отключить магнитный пускатель двигателя, выполнить неполнофазный режим. 3.11. Включить магнитный пускатель двигателя в неполнофазном режиме, зафиксировать ток неполнофазного режима и время срабатывания БЗ.

3.12. Выполнить индикацию количества произведенных БЗ отключений по п.п.2.6.7-2.6.8. Результаты занести в таблицу 14.3.

3.13. Измерить время действия защиты от перегрузки.

3.13.1. Собрать схему рис. 14.3 и подключить секундомер по рис. 14.6, включив вместо контакта *KL* контакт *KL1*.

Таблица 14.3.

Индикация состояний БЗ

Действие	Показания индикатора	
1. Подача служебного напряжения		
2. Ток при пуске, А		
3. Ток установившегося режима, А		
4. Индикация при перегрузке/количество отключений		
5. Индикация при обрыве фазы/количество отключений		
6. Значение максимального допустимого тока, А		
7. Значение времени блокировки повторного пуска, мин		
8. Значение рабочей константы, А·с		
9. Значение времени пуска, с		
10. Значение пусковой константы, А·с		
11. Значение тока/времени срабатывания защиты от перегрузки	при включении Н1	
	при включении Н1+Н2	

3.13.2. Кнопкой SB1 “Вкл” включить нагрузку Н1.

3.13.3. Кнопкой SB1 “Пуск” включить пускатель К1.

3.13.4. Измерить время срабатывания защиты и занести его в таблицу 14.2.

3.13.5. Включить нагрузки Н1 и Н2 и повторить опыт по п.п.3.13.3-3.13.4.

3.14. Аккуратно разобрать схему, соединительные провода повесить на стенд.

Контрольные вопросы

1. Назначение блока защиты электродвигателя БЗ-03.
2. Перечислить основные технические данные и характеристики БЗ.
3. Для чего предназначены датчики тока и как они включаются в цепь защиты двигателя?
4. Какие величины относятся к уставкам БЗ? Поясните принцип выставления уставок.
5. Что индицируется на индикаторе:
 - а) при перегрузке двигателя;
 - б) при нормальном режиме;
 - в) при пуске двигателя.
7. Как проверяются уставки защиты и по каким параметрам?
8. Принцип работы БЗ.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Основные технические характеристики блока защиты типа БЗ.
3. Схема управления и защиты двигателя.
4. Исходные данные по таблице 14.1.
5. Результаты вычислений и испытаний в виде таблиц 14.2 и 14.3.
6. Выводы.

Микропроцессорная токовая защита линий 6-10кВ МТЗ-610 Л

1. Цель работы. Изучение принципа действия, технических характеристик, расчет уставок и программирования микропроцессорного блока защит типа МТЗ-6-10Л.

2. Краткие теоретические сведения

2.1. Назначение: микропроцессорная токовая защита МТЗ-610Л предназначена для защиты кабельных и воздушных линий электропередач напряжением 6-10 кВ, трансформаторов (например, в качестве резервной защиты).

МТЗ-610Л является цифровым устройством защиты, управления и противоаварийной автоматики и представляет собой многофункциональное устройство, объединяющее различные функции защиты, измерения, контроля, местного и дистанционного управления выключателями.

Использование в МТЗ-610Л микропроцессорной элементной базы обеспечивает высокую точность измерений и постоянство характеристик, что позволяет существенно повысить чувствительность и быстродействие защит, а также уменьшить время ступеней селективности.

Устройство выполняет следующие функции:

1. Трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) с зависимой или независимой выдержкой времени;
2. Защита от замыканий на землю с контролем тока нулевой последовательности;
3. Одно- или двукратное автоматическое повторное включение (АПВ) выключателя защищаемого присоединения;
4. Пофазная индикация действующих значений тока защищаемого присоединения;
5. Местное и дистанционное управление выключателем, переключение режима управления;
6. Задание внутренней конфигурации (ввод защит и автоматики, выбор защитных характеристик, количество ступеней защиты и т.д.) программным способом;
7. Местный и дистанционный ввод, хранение и отображение уставок защит и автоматики;

8. Регистрация аварийных параметров защищаемого присоединения (действующих значений тока и типа повреждения) и срабатывание измерительных органов;

9. Регистрация изменения сигналов на дискретных входах (состояния выключателя присоединения, цепей дистанционного управления и внешних защит) и команд управления поступающих по каналу связи;

10. Учет количества отключений выключателя и циклов АПВ;

11. Получение дискретных сигналов управления и блокировок, выдачу команд управления, аварийной и предупредительной сигнализации;

12. Непрерывная самодиагностика аппаратной и программной части.

2.2. Технические характеристики. Питание устройства осуществляется от источника постоянного тока или от сети переменного тока промышленной частоты напряжением от 100 до 240 В.

Потребляемая мощность по цепи питания не более 6 Вт.

Номинальный ток устройства 5 А. Длительно допустимый ток $2 \cdot I_n$. Термическая устойчивость токовых цепей $8 \cdot I_n$ - в течение 10 с, $40 I_n$ - в течение 1 с.

Потребляемая мощность по цепям тока не более 0,3 ВА при $I_n = 5$ А.

Номинальный (нагрузочный) диапазон токов в фазах - до $2 I_n$. Устройство обеспечивает цифровую индикацию тока нагрузки в каждой из фаз с погрешностью не более 1,5 %.

Аварийный (перегрузочный) диапазон токов в фазах от $2 I_n$ до $40 I_n$, тока нулевой последовательности от 0,005 до 1,4 А или от 0,02 до 5,6 А в зависимости от исполнения. Устройство обеспечивает автоматическую фиксацию и цифровую индикацию аварийных значений тока защищаемого присоединения. Основная относительная погрешность индикатора в аварийном диапазоне токов не более 2,5%. Собственное время работы устройства для всех ступеней защит от междуфазных замыканий и замыканий на землю (при выведенных выдержках времени) не более 70 мс.

Коэффициент возврата всех ступеней защиты от междуфазных замыканий и замыканий на землю не менее 0,95.

В устройстве предусмотрена возможность при помощи программных ключей вывода из работы любой ступени защиты от междуфазных замыканий, замыканий на землю, а также АПВ.

Устройство обеспечивает световую индикацию наличия оперативного тока, состояния выключателя защищаемого присоединения, действия защиты на сигнал или отключение.

Для подключения внешних защит и цепей управления имеется 8 дискретных входов, значение 4-х из них программируется. Для выдачи команд управления и сигнализации устройство имеет 5 релейных выходов, значения 3-х из них программируется.

Устройство имеет счетчик количества аварийных и оперативных отключений выключателя и обеспечивает возможность определения его остаточного ресурса.

Устройство обеспечивает отсчет реального времени с индикацией даты и текущего времени.

В устройстве имеется журнал аварий, где фиксируется время и параметры 16-ти последних аварий и журнал системы на 32 события, куда заносится время и тип события (подача/снятие питания, поступление команд управления, смена пароля и т.д.).

Предусмотрена возможность ввода коэффициента трансформации фазных трансформаторов тока, для возможности индикации текущих и аварийных значений тока защищаемого присоединения в первичных величинах.

Устройство имеет встроенные программно-аппаратные средства функционального диагностирования, обеспечивающее непрерывный контроль работоспособности измерительных органов, логической части и основных модулей.

Устройство обеспечивает интерактивный интерфейс с пользователем при помощи встроенного алфавитно-цифрового жидкокристаллического индикатора и клавиш управления. Доступ пользователя для ввода и изменения уставок, конфигурирования защит обеспечивается по паролю.

Изоляция цепей питания, токовых цепей, входных клемм, выходных дискретных сигналов выдерживает без повреждений и перекрытия воздействие испытательного напряжения 2000В (эффективное значение) частотой 50 Гц в течение 1 минуты приложенное между группами входов и между входом и корпусом устройства.

Устройство обеспечивает следующие характеристики надежности :

- средняя наработка на отказ (T_p) не менее 40000 ч.;
- среднее время восстановления (T_v) не более 40 мин.;
- срок службы ($T_{сл}$) устройства не менее 12 лет.

2.3. Максимальная токовая защита (МТЗ) может иметь три степени - с независимой или зависимой времятоковой характеристикой и имеет возможность пуска или блокировки от внешнего дискретного сигнала. Каждая ступень может работать на отключение и сигнализацию или только на сигнализацию. Наличие АПВ, УРОВ по каждой ступени задаётся в уставках конфигурации. Все ступени с независимой времятоковой характеристикой функционально идентичны и имеют характеристики, указанные в таблице 25.1.

Таблица 25.1

Характеристики ступеней селективности

Наименование параметра	Значение
1 Диапазон уставок по току для всех ступеней:	0,1-40 I _н
2 Диапазон уставок по времени, с:	0 - 650с*
3 Дискретность уставок:	
по току	0,01 I _н
по времени	0,01с
4 Основная погрешность срабатывания по току:	
в диап. 0,1-2 I _н , приведенная к 2I _н	±1,5%
в диап. 2,1 - 40 I _н относительная	±2,5%
5 Основная погрешность срабатывания по времени:	±5 мс

*Примечание - здесь и далее по тексту диапазон уставок по времени дается без учета собственного времени работы измерительного органа (<70 мс).

При выборе максимальной токовой защиты с зависимой от тока выдержкой времени, время срабатывания определяется формулой:

$$t_{cp} = 10 \cdot K / (I_{Bx} / I_{cp} - 0,6),$$

где: K - коэффициент, характеризующий вид зависимой характеристики (Рис. 25.1);

I_{Bx} - входной фазный ток устройства, А;

I_{cp} - величина тока уставки зависимой от тока ступени МТЗ, А.

Диапазон уставок коэффициента K = 800-4000, дискретность уставки 1.

На рис. 25.1 представлены графики зависимых характеристик с различными значениями коэффициента K. Для выбора уставки коэффициента K рекомендуется:

1. Если защита устанавливается вместо реле или плавкой вставки с известной характеристикой, то значение K может быть определено путем совмещения данной характеристики с представленными на графике;

2. Если защита устанавливается на последовательных участках ЛЭП (рис. 25.2), то выбор характеристики осуществляется по принципу селективной работы защит смежных участков.

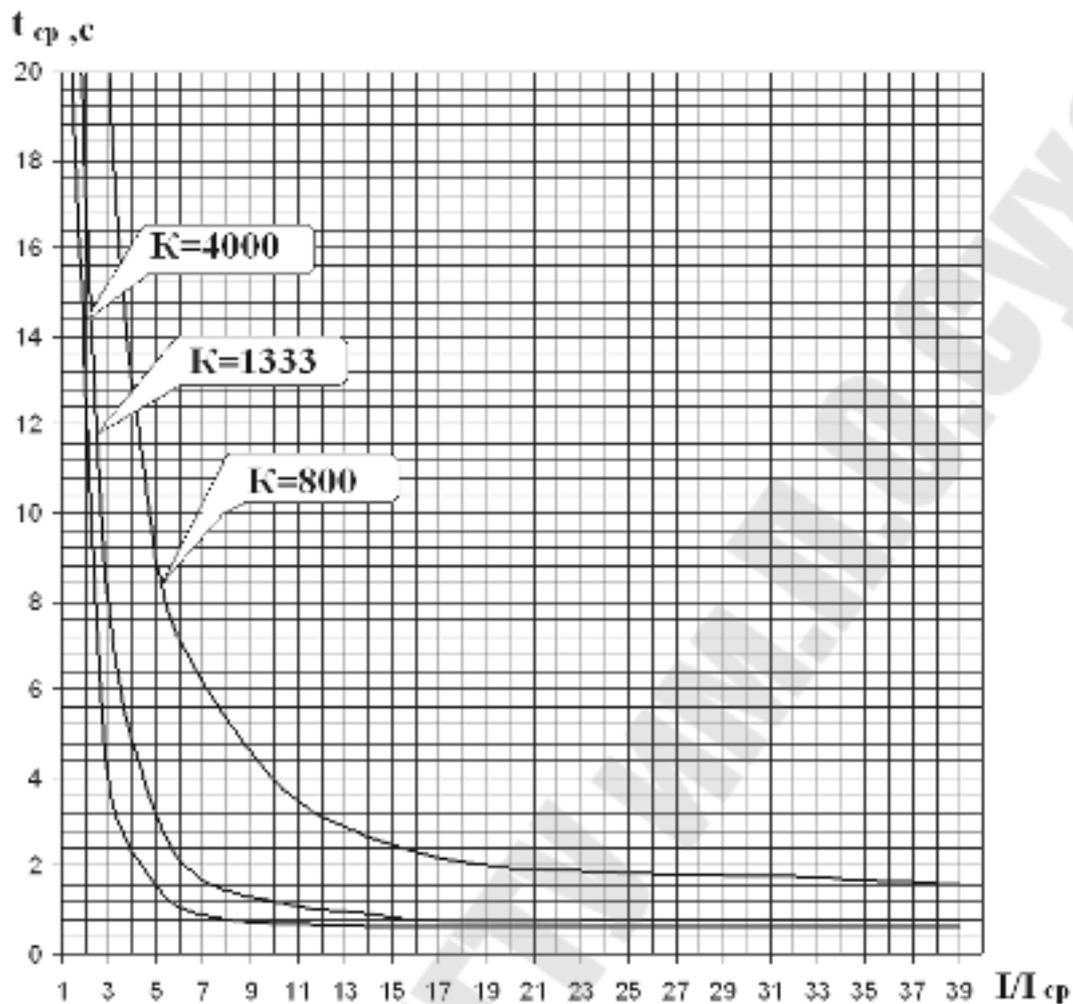


Рис. 25.1. Графики зависимой характеристики МТЗ

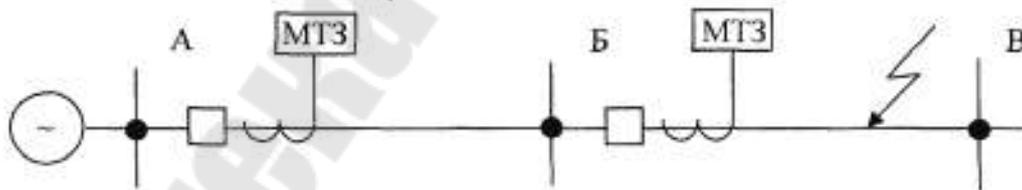


Рис. 25.2. К выбору зависимой характеристики смежных участков.

Зависимая характеристика защиты участка АБ выбирается таким образом, чтобы время ее срабатывания было на ступень селективности больше времени срабатывания защиты участка БВ (рис. 25.2). Таким образом, согласно рис. 25.1 ступень зависимой характеристики защиты участка АБ должна располагаться выше ступени зависимой характеристики защиты участка БВ.

2.4. Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) выполняется контролем тока нулевой последовательности $3 \cdot I_0$ и имеет две ступени с независимой времятоковой характеристикой.

Все ступени имеют характеристики показанные в таблице 25.2.

2.5. Автоматическое повторное включение (АПВ). В устройстве предусмотрена возможность осуществления двукратного АПВ выключателя защищаемого присоединения. Количество крат и время готовности АПВ устанавливается пользователем.

Таблица 25.2

Характеристики защиты от замыканий на землю

Наименование параметра	Значение
1 Диапазон уставок по току для всех ступеней.	0,1-5 А
2 Диапазон уставок по времени.	0-650 с
3 Дискретность уставок: По току По времени	0,01 I _н 0,01 с
4 Основная погрешность срабатывания по току приведенная к I _{max} = 5,6 А.	±1,5 %
5 Основная погрешность срабатывания по времени.	±5 мс

Имеется возможность блокировки АПВ от внешнего дискретного сигнала.

Включение выключателя по команде АПВ выполняется с задержкой T_{АПВ}, от 0 до 650 с, с дискретностью 0,01 с, при основной погрешности ±5 мс.

2.6. Устройство резервирования отказов выключателя (УРОВ). Предусмотрена возможность выполнения УРОВ защищаемого присоединения с действием на отключение выключателей смежных (питающих) присоединений.

Длительность сигнала УРОВ программируется пользователем в диапазоне 0- 650с с дискретностью 0,01с.

2.7. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)

Отключение и включение выключателя производится по двум разным внешним дискретным сигналам АЧР и ЧАПВ.

Включение выключателя по команде ЧАПВ выполняется с задержкой T_{ЧАПВ}, от 0 до 650 с, с дискретностью 0,01 с, при основной погрешности ±5 мс.

2.8. Управление выключателем Кроме отключения и включения выключателя при срабатывании защиты и автоматики, устройство обеспечивает местное и дистанционное управление выключателем.

Дистанционное управление осуществляется командами, поступающими по каналу связи с АСУ ТП.

Для местного управления предусмотрены два дискретных входа "ОТКЛЮЧИТЬ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ" и "ВКЛЮЧИТЬ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ". Для контроля положения коммутационного аппарата предназначены входы "ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ОТКЛЮЧЕН" и "ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВКЛЮЧЕН".

Входы Д1 - Д4 позволяют подключать к устройству внешние защиты. При срабатывании внешних защит фиксируются все параметры аварийного события, как при срабатывании собственных защит.

Устройство обеспечивает защиту от многократного включения выключателя (от "прыгания"). При формировании команды "ОТКЛЮЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ" устройство блокирует любые команды на включение. Выполнение команды "АВАРИЙНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ" контролируется по внутреннему сигналу включения реле, по положению выключателя и по пропаданию входных фазных токов. Выполнение команды "ВКЛЮЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ" контролируется по внутреннему сигналу включения реле и по положению выключателя.

2.9. Работа устройства. МТЗ-610Л состоит из следующих модулей: модуль центрального процессора (МЦП); модуль интерфейсный (МИ); модуль клавиатуры и индикации (МКИ); модуль сигналов аналоговых (МСА); модуль сигналов дискретных (МСД); модуль реле выходных (МРВ); модуль датчиков тока (МДТ); блок питания (БП).

МДТ осуществляет гальваническую развязку вторичных цепей трансформаторов тока и цепей устройства и преобразует входные токи в напряжения.

Сигналы с выхода МДТ фильтруются аналоговыми фильтрами низких частот, отсекающими высшие гармоники во входном сигнале, а затем преобразуются в цифровой код и обрабатываются процессором. Получаемые в итоге действующие значения входных токов определяют условия срабатывания защиты.

Модуль дискретных сигналов позволяет процессору контролировать состояние коммутационного аппарата, ключа ручного управления, производить отключение защищаемой линии по сигналу от других защит.

Модуль реле выходных предназначен для выдачи следующих сигналов: сигнала на отключение и включение выключателя, сигнала в схему центральной сигнализации об аварии на защищаемой линии, сигнала неисправности самого устройства защиты и сигнала в схему УРОВ.

Все функции контроля, управления и связи выполняет модуль центрального процессора. Связь процессора с остальными модулями осуществляется по шине данных. Для предотвращения зависания процессора предусмотрен сторожевой таймер, перезагружающий систему в случае сбоя. Параметры журнала аварийных событий, конфигурация защит, уставки, пароль пользователя для входа в систему хранятся в энергонезависимом ППЗУ.

МИ содержит каскады интерфейсов связи RS485, RS232 и интерфейса интегральных измерений.

МКИ образует интерфейс между пользователем и данным устройством. На МКИ расположены: клавиатура, жидкокристаллический дисплей и светодиодные индикаторы состояния защиты. Индикаторы отображают состояние защищаемой линии, коммутационного аппарата и исправность самого устройства.

Блок питания позволяет питать устройство, как от постоянного, так и переменного оперативного тока в широком диапазоне изменения питающего напряжения.

2.10. Подключение к вторичным цепям. Вариант подключения устройства во вторичные цепи защищаемой линии и в схему управления подстанции представлен в Приложении 1.

При подаче питания на устройство необходимо убедиться в наличии подсветки жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) и появлении первого кадра меню. При отсутствии нажатий на клавиатуру в течение 3 мин., подсветка ЖКИ гаснет. При первом нажатии на любую кнопку управления включается подсветка ЖКИ, при последующих должна происходить смена кадров на ЖКИ в соответствии с картой меню (Приложение 2).

2.11. Органы управления и индикации. Основным элементом отображения является жидкокристаллический буквенно-цифровой индикатор ЖКИ (дисплей), содержащий две строки по 16 символов.

Информация, которую можно вывести на дисплей, разбита на кадры с фиксированным содержанием. Поочередный просмотр кадров осуществляется с помощью кнопок. Очередность смены кадров на дисплее определяется главным меню и подменю.

В "дежурном" режиме работы подсветка ЖКИ погашена и отображается первый кадр меню. При нажатии на любую кнопку подсветка включается.

Дополнительно на пяти единичных индикаторах (в дальнейшем - светодиодах) индицируется:

- срабатывание защиты - "ЗАЩИТА",
- срабатывание защиты от замыканий на землю - "ЗЕМЛЯ",
- выключатель включен - "ВКЛ",
- выключатель отключен - "ОТКЛ",
- контроль исправности устройства - "КОНТР",

Кнопки управления выполняют следующие функции:

-  – перемещение по окнам меню вверх или увеличение значения уставки;
-  – перемещение по окнам меню вниз или уменьшение значения уставки;
-  – перемещение по окнам меню влево или перемещение курсора влево;
-  – перемещение по окнам меню вправо или перемещение курсора вправо;
-  – ввод значения, вход в подменю или в режим изменения параметра;
-  – сброс ввода уставки или переход в вышестоящее подменю.

2.12. Структура меню. Меню защиты имеет древовидную структуру. С помощью ЖКИ пользователь имеет возможность прочесть следующую информацию, расположенную в различных подменю:

1. Текущие значения токов в фазах и тока замыкания на землю;
2. Параметры журнала системы, который включает в себя 32 последовательных во времени сообщения о неисправностях в системе защиты линии;
3. Параметры журнала аварий, который включает в себя:
 - дату, время повреждения;
 - сработавшую ступень;
 - вид повреждения;
 - максимальный ток повреждения;
 - токи соответствующих фаз в момент срабатывания защиты;
 - состояние устройств автоматики (АПВ, УРОВ);
4. Коэффициенты трансформации фазных трансформаторов тока (ТТ) и трансформатора нулевой последовательности (ТНП);
5. Информацию обо всех подключённых ступенях и текущих уставках;
6. Параметры автоматики защит: ускорение, АПВ, УРОВ, внешние защиты;

7. Параметры системы;
8. Параметры учёта энергии.

Пользователь имеет возможность произвести изменения в конфигурации системы введя правильный пароль после внесения изменений в соответствующих подменю.

Внимание! Пароль при выходе с производства установлен АААА.

Развернутое изображение структуры меню и последовательность нажатия кнопок управления для вызова того или иного подменю приведены в Приложении 2.

Используемые символы:

- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | – | использование кнопок на передней панели типа: | |
|  | – | продвижение влево по меню; | |
|  | – | продвижение вправо по меню; | |
|  | – | использование кнопок на передней панели типа: | |
|  | – | продвижение вниз по меню; | |
|  | – | продвижение вниз по меню; | |
|  | – | использование кнопки ввода: |  |
|  | – | использование кнопки сброса: |  |

Для удобства работы пользователя при выводе информации на ЖКИ в левой части экрана выводятся подсказки в виде букв, обозначающих местонахождение в меню пользователя. Расшифровка букв происходит следующим образом:

- верхняя строка:

- И - меню измерений;
- У - меню учёта энергии;
- С - меню журнала системы;
- А - меню журнала аварий;
- К - меню конфигурации системы;

- нижняя строка:

- А- подменю параметров автоматике;
- И - подменю измерительного канала;
- З - подменю параметров защит;

Э - подменю параметров энергоучёта;

С - подменю параметров системы;

Цифры - порядковый номер события при просмотре журнала. Номера событий присваиваются в обратном порядке, то есть с №1 будет храниться последнее событие.

Для удобства просмотра параметров, пользователь может просмотреть содержание пунктов меню, удерживая выбранную им клавишу. При этом на экране ЖКИ циклически высветятся имеющиеся параметры в выбранном пункте.

Если пользователь при просмотре или изменении параметров не нажимает на кнопки в течение трёх минут, то устройство автоматически переходит в "дежурный" режим, при этом автоматически запрещается режим изменения уставок. Для проведения изменений необходимо заново повторить все действия по вхождению в подменю и изменению значений.

2.13. Просмотр текущих значений. Просмотр значений токов в фазах и тока замыкания на землю осуществляется в меню измерений. Заголовок данного меню является первым кадром и отображает значение тока в фазе А. Просмотр остальных значений осуществляется перемещением из первого кадра согласно структуре меню (Приложение 2). Значения токов отображаются с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, т. е. показываются реальные величины токов в линии.

И	Т	О	К	Ф	А	З	Ы	А				
	Г	а	=	х	х	х	х	,	х	х	А	

Текущее значение тока фазы А (В, С, 3Io).



2.14. Просмотр журнала аварий. При обнаружении аварии на защищаемой линии устройство сохраняет информацию о дате и времени аварии, сработавшей ступени, виде повреждения и максимальном токе повреждения, автоматически делая запись в журнале аварий. Расшифровка индицируемых при этом видов повреждения приведена в таблице 25.3.

В журнале может храниться до 16 аварий. При превышении этого числа, каждая новая авария будет записываться на место самой старой аварии.

Для просмотра параметров аварий необходимо войти в меню:

	Ж	У	Р	Н	А	Л												
	А	В	А	Р	И	Й												



На дисплее отобразится заголовок аварии с датой, временем и номером аварии (отсчет ведется от последней аварии):

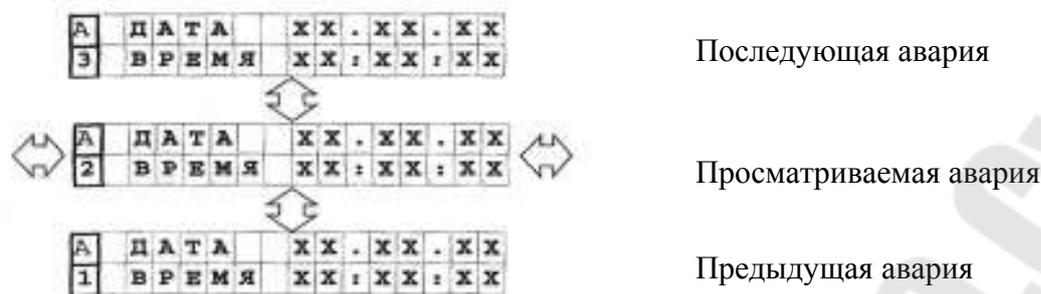


Таблица 25.3

Расшифровка индицируемых видов повреждения защищаемой линии.

КЗЗ	Трёхфазное КЗ на землю
КЗ ABC	Трёхфазное КЗ
КЗ А С	Двухфазное КЗ между фазами А и С
КЗЗ А С	Двойное КЗ на землю между фазами А и С
КЗ АВ	Двухфазное КЗ между фазами А и В
КЗЗ АВ	Двойное КЗ на землю между фазами А и В
КЗ ВС	Двухфазное КЗ между фазами В и С
КЗЗ ВС	Двойное КЗ на землю между фазами В и С

Возможны следующие виды сообщений:

- "ОТКЛЮЧЕНИЕ" - по результату работы защиты была выдана команда на отключение выключателя;
- "СИГНАЛ" - по результату работы защиты был выдан сигнал на центральную сигнализацию;
- "БЛОКИРОВАНО" - работа защиты была блокирована другой защитой (внешней и т.д.);
- "НЕУСПЕШНОЕ АПВ" - данное срабатывание защиты произошло во время повторного включения после предыдущего срабатывания.

Содержание журнала по выбранной аварии:

А	ДАТА	XX.XX.XX
Э	ВРЕМЯ	XX:XX:XX

Дата и время записи аварии №2

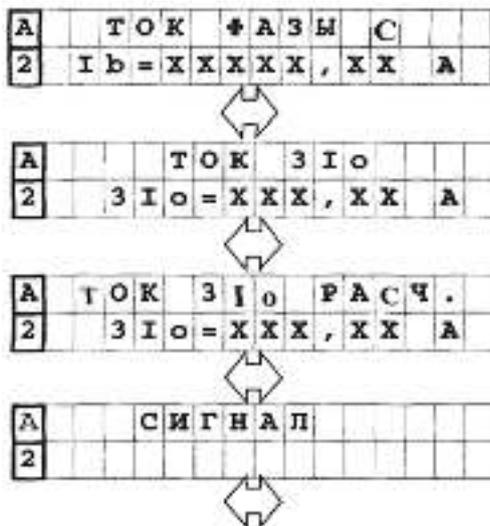
А	МТЗ - I	КЗ	ABC
Э	I _{max} =	XXXXX.XX	

Сработавшая ступень защиты и вид повреждения. Максимальный ток за время с момента превышения уставки до срабатывания защиты.

А	ТОК	ФАЗЫ А	
Э	I _A =	XXXXX, XX	А

Ток фазы А в момент подачи команды на отключение выключателя

А	ТОК	ФАЗЫ В	
Э	I _B =	XXXXX, XX	А



Ток фазы В в момент подачи команды на отключение выключателя

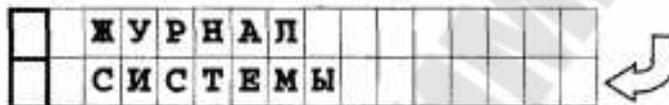
Ток фазы С в момент подачи команды на отключение выключателя

Ток нулевой последовательности, снимаемый с трансформатора нулевой последовательности в момент подачи команды на отключение выключателя

Расчитанный ток нулевой последовательности в момент подачи команды на отключение выключателя.

Сообщение о результатах срабатывания защиты

2.15. Просмотр журнала системы. Для просмотра журнала войти в меню:



На дисплее отобразится заголовок события с датой, временем и порядковым номером. Нажатием соответствующих кнопок просмотреть сообщение.

Журнал системы содержит сообщения о событиях в системе, таких, как: неисправности, включение и отключение выключателя и т.д. При возникновении события устройство сохраняет в журнале информацию о дате и времени аварии. Расшифровка индицируемых сообщений приведена в таблице 25.5.

2.16. Просмотр журнала ресурса выключателя. Для просмотра журнала войти в меню:

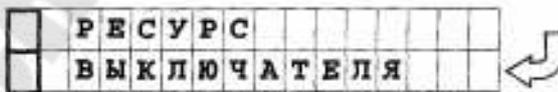


Таблица 25.5.

Расшифровка сообщений журнала системы.

ЗАЩИТА ОТКЛЮЧЕНА	Снято питание с защиты
ЗАЩИТА ВКЛЮЧЕНА	Подано питание на защиту
ВХ ЦЕПИ НЕИСПР	Система автотестирования обнаружила неисправность входных цепей
ВХ ЦЕПИ ИСПР	Система автотестирования обнаружила восстановление работоспособности входных цепей
РАБОТА УРОВ	В результате отказа выключателя была выдана команда на УРОВ
ОТКАЗ ВЫКЛ	После подачи команды на выключатель ток в линии не прекратился по истечении установленного времени

Продолжение таблицы 25.5

НЕИСПР ВЫКЛ	После подачи команды на выключатель состояние блок-контактов не изменилось по истечении установленного времени
ОТКЛ ВЫКЛ	Выключатель установился в положение «отключено»
ВКЛ ВЫКЛ	Выключатель установился в положение «включено»
ЗАЩИТА ОТКЛЮЧИТЬ	Защитой была выдана команда на отключение
АПВ ЗАПУСК	Была запущена задача АПВ
АПВ БЛОКИРОВАНО	Запуск задачи АПВ был заблокирован
АПВ ВКЛЮЧИТЬ	По АПВ была выдана команда на включение
АЧР ОТКЛЮЧИТЬ	От АЧР была выдана команда на отключение
ЧАПВ ЗАПУСК	Была запущена задача ЧАПВ
ЧАПВ БЛОКИРОВАНО	Запуск задачи ЧАПВ был заблокирован
ЧАПВ ВКЛЮЧИТЬ	По ЧАПВ была выдана команда на включение
КЛЮЧ ОТКЛЮЧИТЬ	По АПВ была выдана команда на отключение
КЛЮЧ ВКЛЮЧИТЬ	По АПВ была выдана команда на включение
СДТУ ОТКЛЮЧИТЬ	По каналу связи была выдана команда на отключение
СДТУ ВКЛЮЧИТЬ	По каналу связи была выдана команда на включение
ПАРОЛЬ ИЗМЕНЕН	Был изменен пароль
УСТАВКИ ИЗМЕНЕНЫ	Были изменены уставки
СБРОС ЖУРНАЛА СИСТЕМЫ	Был сброшен журнал системы
СБРОС ЖУРНАЛА АВАРИЙ	Был сброшен журнал аварий
СБРОС РЕСУРСА ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ	Был сброшен счетчик ресурса выключателя

СЧ. ОПЕР. ОТКЛ. .
X X X X

В счетчик заносятся отключения выполненные по командам с местного ключа управления, либо поступившим по каналу АСУ.

СЧ. АВАР. ОТКЛ. .
X X X X

В счетчик заносятся отключения выполненные по командам от защит собственных, либо внешних.

ТОК ОТК. ФАЗЫ А
I_a = X X X X X , X X А

Суммарный ток отключений по фазе А

ТОК ОТК. ФАЗЫ В
I_b = X X X X X , X X А

Суммарный ток отключений по фазе В

ТОК ОТК. ФАЗЫ С
I_c = X X X X X , X X А

Суммарный ток отключений по фазе С

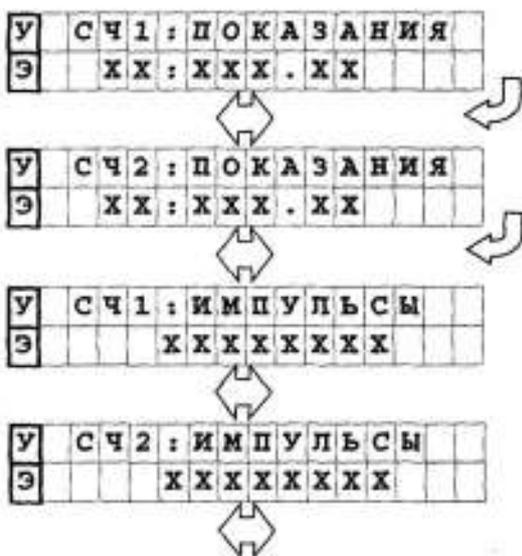
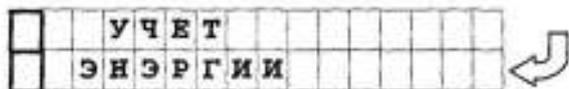
СБРОС РЕСУРСА
ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Сборе всего содержимого журнала ресурсов выключателя

ВВЕДИТЕ ПАРОЛЬ
X X X X

Ввод пароля для подтверждения сброса

2.17. Просмотр и установка показаний по учету энергии. Для просмотра и установки показаний счетчиков энергии войти в меню:



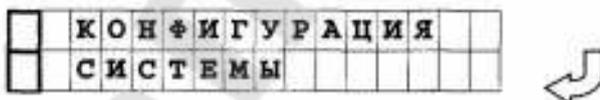
Показания счетчика 1 с учетом коэффициента пересчета. При нажатии на клавишу ввод и введении пароля устанавливаются начальные показания счетчика.

То же для счетчика 2.

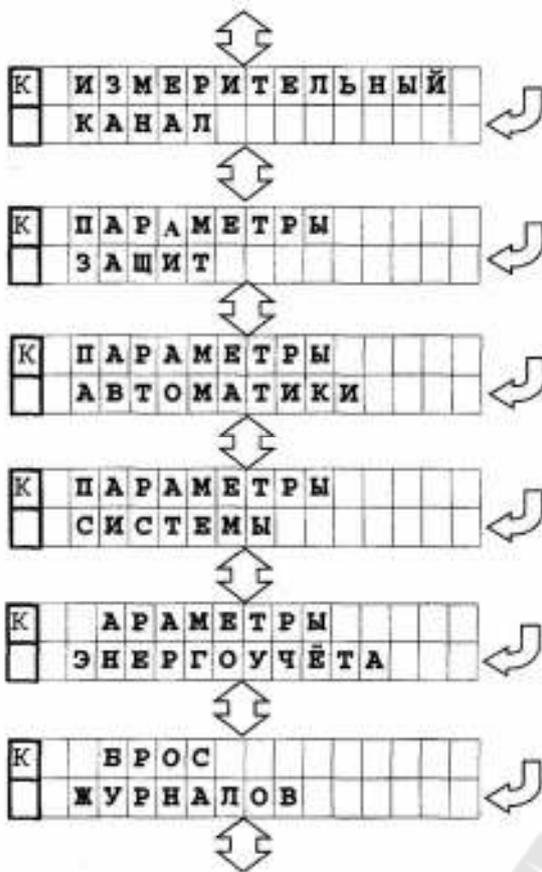
Сумма импульсов поступивших на счетный вход 1.

Сумма импульсов поступивших на счетный вход 2.

2.18. Конфигурирование системы. Изменение и просмотр конфигурации системы осуществляется в меню:



Информация в данном меню всегда доступна для просмотра. В случае внесения каких-либо изменений при выходе из меню "КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ" будет запрошен пароль. При вводе правильного пароля изменения вступят в силу. Все параметры разнесены в различные подменю:



Параметры канала измерения токов

Ввод/вывод защит, задание уставок, выдержек времени, и т. д.

Конфигурирование ускорения, АПВ, АЧР, внешних защит

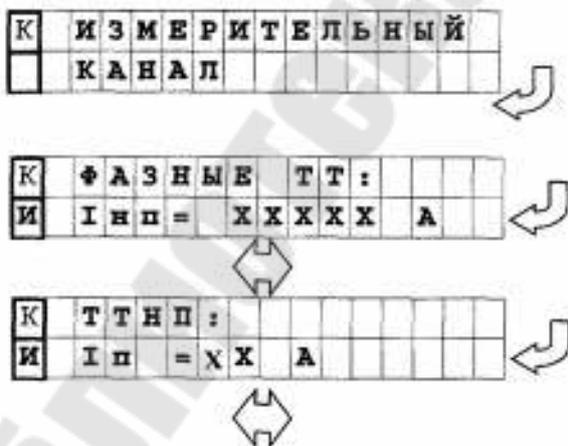
Назначение входных, выходных сигналов, параметры выключателя, выбор управления, параметров обмена, диагностика состояния сигналов, установка дата/время, смена пароля.

Параметры необходимые для организации учёта энергии совместно с внешним счетчиком

Сброс журнала аварии и журнала системы.

Для редактирования параметра необходимо вызвать соответствующий кадр и нажать кнопку "ВВОД". При этом под изменяемой цифрой (под всем параметром) появляется курсор. Использование кнопок "ВЛЕВО", "ВПРАВО", "ВВЕРХ", "ВНИЗ" производится изменение значения. По окончании редактирования нажать кнопку "ВВОД".

2.19. Подменю "ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ"



Вход в подменю

Номинальный первичный ток фазного трансформатора тока

Номинальный первичный ток трансформатора тока нулевой последовательности

2.20. Подменю "ПАРАМЕТРЫ ЗАЩИТ"

	П	А	Р	А	М	Е	Т	Р	Ы											
	З	А	Щ	И	Т															

З																				

Тип защиты и ступень:

"МТЗ-1"(2,3) - ступень МТЗ;

"033-1"(2) - ступень защиты от однофазных замыканий на землю

З																				

Параметр:

"ВВЕДЕНА" - защита введена в работу и действует на отключение;

З																				

"СИГНАЛ" - защита введена в работу и действует только на центральную сигнализацию;

З																				

"ВЫВЕДЕНА" - защита выведена из работы

З																				

Структура параметров всех защит одинакова, поэтому далее рассмотрена МТЗ-3:

К																				
З																				

З																				

Уставка срабатывания по току в кратах

$I_{ном}$

З																				

Вид времятоковой характеристики:
"ЗАВИСИМАЯ" - определяется формулой п.3.3

"НЕЗАВИСИМАЯ"

В зависимости от этого параметра следующий кадр имеет вид:

Независимая

	М	Т	З	-	2				В	Р	Е	М	Я
З		Т	С	Р	=		Х	Х	,	Х	Х		С

Зависимая

К	М	Т	З	-	1				К	О	Э	Ф
З							К	=	0	,	Х	Х

	М	Т	З	-	3				В	Л	О	К	
З							В	Ы	В	Е	Д	Е	Н

	М	Т	З	-	3				А	П	В	
З							В	Ы	В	Е	Д	Е

	М	Т	З	-	3				У	Р	О	В
З							В	Ы	В	Е	Д	Е

Пуск, либо блокировка (при инверсном сигнале) защиты от внешнего сигнала. Номер входа определяется в подменю "ПАРАМЕТРЫ АВТОМАТИКИ".

Значения параметра:

"ВВЕДЕНО"

"ВЫВЕДЕНО"

Автоматическое повторное включение после срабатывания защиты. Параметры АПВ задаются в подменю "ПАРАМЕТРЫ АВТОМАТИКИ".

Значения параметра:

"ВВЕДЕНО"

"ВЫВЕДЕНО"

Резервирование отказа выключателя.

Значения параметра:

"ВВЕДЕНО"

"ВЫВЕДЕНО"

2.21. Подменю "ПАРАМЕТРЫ АВТОМАТИКИ". На дисплее отображается один из заголовков конфигурации элементов автоматики:

"УСКОРЕНИЕ", "АПВ", "АЧР", "ВНЕШНЯЯ ЗАЩИТА -I", "ВНЕШНЯЯ ЗАЩИТА".

2.22. Настройка и просмотр параметров ускорения

	У	С	К	О	Р			М	Т	З		
А												



	У	С	К					В	Н	С	И	Г
А												



	У	С	К			М	Т	З		Д	Л	И	Т	
А						Т	=	Х	Х	Х	Х	Х	м	с



	У	С	К		М	Т	З		У	С	Т	А	В
А					Т	=	Х	Х	Х	Х	Х	м	с

Ускорение максимальной токовой защиты. Значения параметра:

"ВВЕДЕНО"

"ВЫВЕДЕНО"

Включение ускорения от внешнего сигнала. Значения параметра:

"НЕТ"

"Д1"-"Д4"

"Д1 ИНВ" - "Д4 ИНВ"

Длительность ускорения .

Задержка на ускорение

2.23. Настройка и просмотр параметров АПВ.

	А	П	В									
А												



	А	П	В					В	Н	.	Б	Л	О	К
А														



	А	П	В					Б	Л	О	К			
А								=	Х	Х	Х	Х	м	с



	А	П	В							Г	О	Т	О	В			
А										Т	=	Х	Х	Х	Х	м	с



	А	П	В							1	К	Р	А	Т			
А										Т	=	Х	Х	Х	Х	м	с



	А	П	В							2	К	Р	А	Т			
А										Т	=	Х	Х	Х	Х	м	с

Автоматическое повторное включение. Значения параметра:

"1 КРАТ"

"2 КРАТ"

"НЕТ"

Блокировка АПВ от внешнего сигнала.

Значения параметра:

"НЕТ"

"Д1"-"Д4"

"Д1 ИНВ" - "Д4 ИНВ"

Время блокировки АПВ после включения выключателя.

Время готовности АПВ к начальному пуску после успешного срабатывания

Время бестоковой паузы 1го крата АПВ

Время бестоковой паузы 2го крата АПВ

2.24. Настройка и просмотр параметров внешних защит.

Структура параметров внешних защит одинакова, поэтому далее рассмотрены настройки по внешней защите 2:

	ВЗ - 2												
А		ВЫВЕДЕНО											



	ВЗ - 2			ВХОД									
А		НЕТ											



	ВЗ - 2	ВЫД	ВРЕМЯ										
А		Т	=	Х	Х	Х	Х	Х	Х	мс			



	ВЗ - 2			АПВ									
А		ВЫВЕДЕНО											



	ВЗ - 2			УРОВ									
А		ВЫВЕДЕНО											



Внешняя защита 2. Значения параметра:

"ВВЕДЕНО"
"ВЫВЕДЕНО"

Номер входа внешней защиты. Значения параметра:

"НЕТ"
"Д1"- "Д4"
"Д1 ИНВ" - "Д4 ИНВ"

Задержка на срабатывание от ВЗ-2

АПВ для внешней защиты. Значения параметра:

"ВВЕДЕНО"
"ВЫВЕДЕНО"

УРОВ для внешней защиты. Значения параметра:

"ВВЕДЕНО"
"ВЫВЕДЕНО"

2.25. Настройка и просмотр параметров АЧР.

	А	Ч	Р				В	Н	Е	Ш	
А											



	А	Ч	Р				В	Х	О	Д	
А											



	А	Ч	Р		В	Ы	Д	.	В	Р	Е	М	.
А					Т	=	Х	Х	Х	Х	Х	М	С



	А	Ч	П	В					В	Н	Е	Ш
А												



	А	Ч	П	В					В	Х	О	Д
А												



	А	Ч	П	В	В	Ы	Д	В	Р	Е	М	Я	
А					Т	=	Х	Х	Х	Х	Х	М	С



Автоматическая частотная разгрузка от внешнего сигнала. Значения параметра:

"ВВЕДЕНО"

"ВЫВЕДЕНО"

Номер входа внешнего сигнала АЧР.

Значения параметра:

"НЕТ"

"Д1"- "Д4"

"Д1 ИНВ" - "Д4 ИНВ"

Задержка на срабатывание от сигнала АЧР

Автоматическое повторное включение от внешнего сигнала ЧАПВ. Значения параметра:

"ВВЕДЕНО"

"ВЫВЕДЕНО"

Номер входа внешнего сигнала ЧАПВ.

Значения параметра:

"НЕТ"

"д1"- "д4"

"д1 ИНВ" - "д4 ИНВ"

Задержка на срабатывание от внешнего сигнала ЧАПВ.

2.26. Подменю "ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ". Изменение и просмотр параметров системы осуществляется в меню:

		П	А	Р	А	М	Е	Т	Р	Ы		
		С	И	С	Т	Е	М	Ы				

Информация в данном меню всегда доступна для просмотра. В случае внесения каких-либо изменений при выходе из меню "КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ" будет запрошен пароль. При вводе правильного пароля изменения вступят в силу.

На дисплее отображается один из заголовков конфигурации параметров системы:

"ВХОДНЫЕ СИГНАЛЫ", "ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ", "ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ", "УПРАВЛЕНИЕ", "ПАРАМЕТРЫ ОБМЕНА", "ДИАГНОСТИКА", "ДАТА/ВРЕМЯ", "ИЗМЕНЕНИЕ ПАРОЛЯ".

2.27. Настройка и просмотр параметров входных сигналов

К	ВХОДНЫЕ																			
С	СИГНАЛЫ																			

Вход в подменю.

К	СИГНАЛ	ВЛ	МТЗ																	
С	Д1	ИНВ																		

Назначение входа сигнала блокировки (пуска) МТЗ:

«Д1»-«Д4»,
«Д1 ИНВ» - «Д4 ИНВ»

К	СИГНАЛ	ВЛ	ОЗЗ																	
С	Д2	ИНВ																		

Назначение входа сигнала блокировки (пуска) ОЗЗ:

«Д1» - «Д4»,
«Д1 ИНВ» - «Д4 ИНВ»

2.28. Настройка и просмотр параметров выходных сигналов.

К	ВЫХОДНЫЕ																			
С	СИГНАЛЫ																			

Вход в подменю.

К	РЕЛЕ	1																		
С																				

Выбор релейного выхода (Р1 - Р3)

К	ТИП	ВЫХОДА	Р1																	
С	УРОВ																			

Выбор выдаваемого сигнала.

Для **Р1** и **Р3** : «НЕ ИСП», «АВАРИЯ», «АВАР.ОТК.», «УРОВ», «ИО МТЗ-3», «ИО МТЗ-2», «ИО МТЗ-1», «ИО 033-2», «ИООЗЗ-1».

Для **Р2**: «НЕИСПРАВН», «НЕ-ИСПР+АВАР»

К	ИМП	РЕЛЕ1																		
С	Т=ХХХмс																			

Установление длительности замкнутого состояния контактов реле Р1(Р2,Р3).

2.29. Настройка и просмотр параметров управления выключателем.

К	УПРАВЛЕНИЕ																			
С																				

Вход в подменю

К	МЕСТ.	УПР-НИЕ																		
С	УПРАВЛЕНИЕ																			

Выбор режима местного управления:
«УПРАВЛЕНИЕ» - управление через МТЗ;

«КОНТРОЛЬ» - ключ упр. подключен к блоку управления и к МТЗ для контроля.

К	ДИСТ.	УПР-НИЕ																		
С	УПРАВЛЕНИЕ																			

Разрешение (блокировка) дистанционного управления:

«УПРАВЛЕНИЕ», «КОНТРОЛЬ».

25.5). По контрольному Амперметру измерить ток самозапуска ($I_{сз}$), и ток рабочего режима ($I_{раб\ max}$). Рассчитать коэффициент самозапуска. Результаты измерений занести в таблицу 25.6.

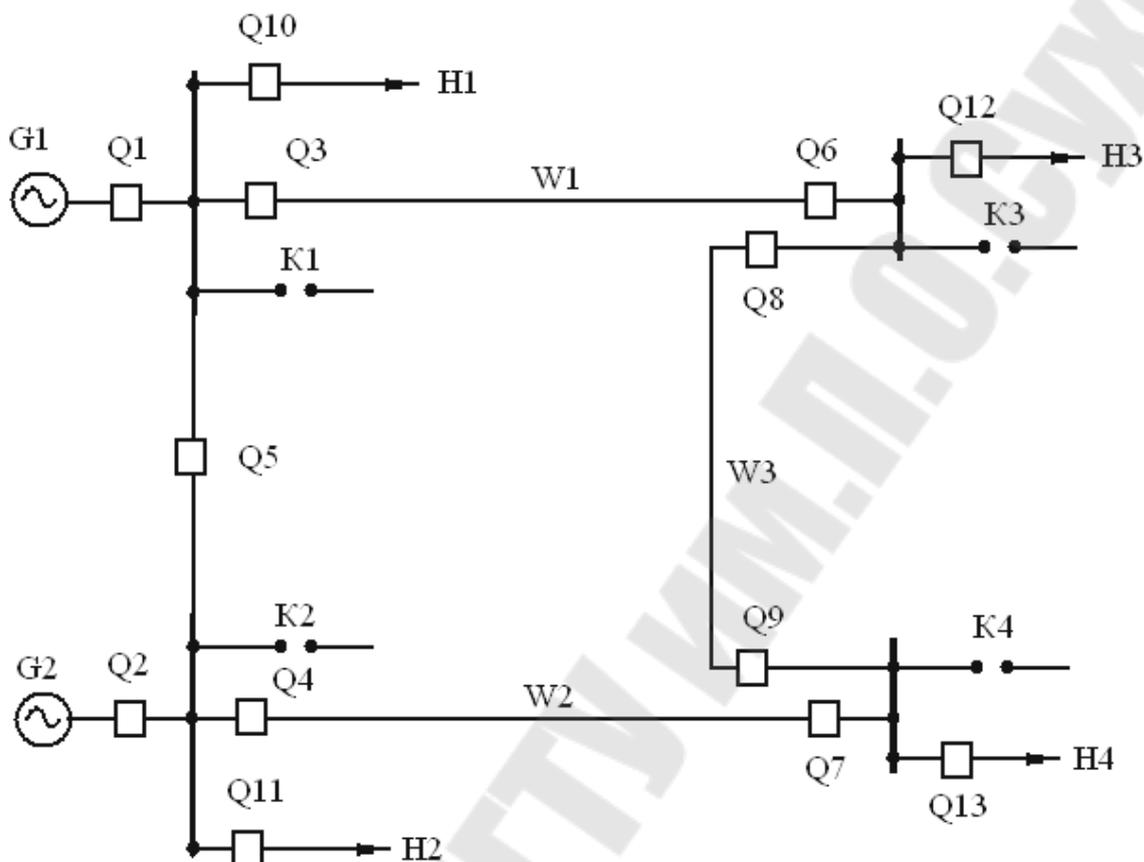


Рис. 25.1 Схема проведения лабораторной работы.

Таблица 25.5

Варианты заданий к лабораторным работам №25-28

№ бригады	Тип устройства	Исполнение токовой цепи	Место установки устройства	Включены выключатели
1	MT3 610 Л	Трехфазное	Q3	Q3, Q6, Q11, Q1
2	MT3 610 Л	Двухфазное	Q4	Q4, Q7, Q13, Q2
3	БМР3 КЛ	Трехфазное	Q3	Q3, Q6, Q11, Q1
4	БМР3 КЛ	Двухфазное	Q4	Q4, Q7, Q13, Q2
5	SIPROTEC 75J602	Трехфазное	Q4	Q4, Q7, Q13, Q2
6	SIPROTEC 75J602	Двухфазное	Q3	Q1, Q3, Q6, Q11
7	SPAC 801	Трехфазное	Q3	Q1, Q3, Q6, Q11
8	SPAC 801	Двухфазное	Q4	Q2, Q4, Q7, Q3
9	MT3 610 Л	Трехфазное	Q3	Q1, Q6, Q11, Q5, Q9, Q13

3.9 Рассчитать ток срабатывания МТЗ и токовой отсечки по выражениям (4) и (5) лабораторной работы №9. Коэффициент токовой отсечки ($K_{то}$) принять по таблице 9.3 лабораторной работы №9. Результаты расчета занести в таблицу 25.6.

3.10 Подать питание на устройство тумблером.

3.11 Ввести в устройство дату и время выполнения работы (пункт 2.32).

3.12 Выставить уставки МТЗ и ТО в соответствии с пунктом 2.20. Время срабатывания МТЗ принять по таблице 9.3 лабораторной работы №9.

3.13 Проверить по подменю «ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ», ток фазы и показания контрольного Амперметра подключенного в ту же фазу. Результаты измерения занести в таблицу 25.7.

3.14 Используя подменю «ПАРАМЕТРЫ АВТОМАТИКИ» (пункт 2.21) выставить «ускорение АПВ» (из таблицы 9.3 лабораторной работы №9), АЧР ($f_{АЧР}=48,5$ Гц, $t_{АЧР}=0,5$ с), «Внешняя защита».

3.15 Выполнить в точке К трехфазное и двухфазное короткое замыкание, убедиться в срабатывании МТЗ и АПВ.

3.16 Используя карту меню выполнить:

-просмотр текущих значений токов фаз;

-произвести просмотр журнала аварий (пункт 2.14), вид повреждения, дата и время. Параметры 1,3 и 8-ой аварии записать в отчет лабораторной работы.

-произвести просмотр журнала ресурса выключателя (пункт 2.16). В отчет занести суммарные токи отключений по фазам.

-произвести просмотр и установку показаний по учету энергии (пункт 2.17).

ВНИМАНИЕ, ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПАРОЛЬ НЕ ИЗМЕНЯТЬ

Таблица 25.6

Результаты измерений

$I_{сз}$, А	$I_{раб}$ $_{max}$, А	$K_{сз}$	Ток кз, А		$I_{сз}$ МТЗ, А	$t_{сз}$ МТЗ, А	$K_{то}$	$I_{сз}$ ТО, А	Ток фазы, А		$t_{АПВ}$, с
			$I_{к}^{(3)}$	$I_{к}^{(2)}$					Измери- тельный канал	Контроль- ный при- бор	
			ё								

4. Контрольные вопросы

1. Назначение устройства?
2. Функции выполняемые устройством?
3. Диапазоны уставок срабатывания защит и автоматики?
4. Как производится расчет уставок зависимой и независимой времятоковой характеристики МТЗ?
5. Как выставить:
 - 5.1 Уставки МТЗ?
 - 5.2 Уставки ТО?
 - 5.3 Уставки АПВ?
 - 5.4 Уставки АЧР?
 - 5.5 Даты и текущего времени?
6. Как произвести:
 - 6.1 Просмотр текущих значений?
 - 6.2 Просмотр журнала аварий?
 - 6.3 Просмотр журнала системы?
 - 6.4 Просмотр журнала ресурса выключателя?
 - 6.5 Просмотр показаний по учету энергии?
7. Как произвести изменения и просмотр конфигурации системы, используя подменю:
 - 7.1 Измерительный канал?
 - 7.2 Параметры защит?
 - 7.3 Параметры автоматики АПВ?
 - 7.4 Параметры автоматики АЧР?
 - 7.5 Параметры внешних защит?

5. Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Назначение устройства.
3. Функции защит и автоматики выполняемые устройством.
4. Схема привязки устройства к измерительным трансформаторам.
5. Результаты расчетов и испытаний устройства.
6. Результаты просмотра карты меню по 3.16

Приложение 1.

МТЗ - 610/ (ВЛ)

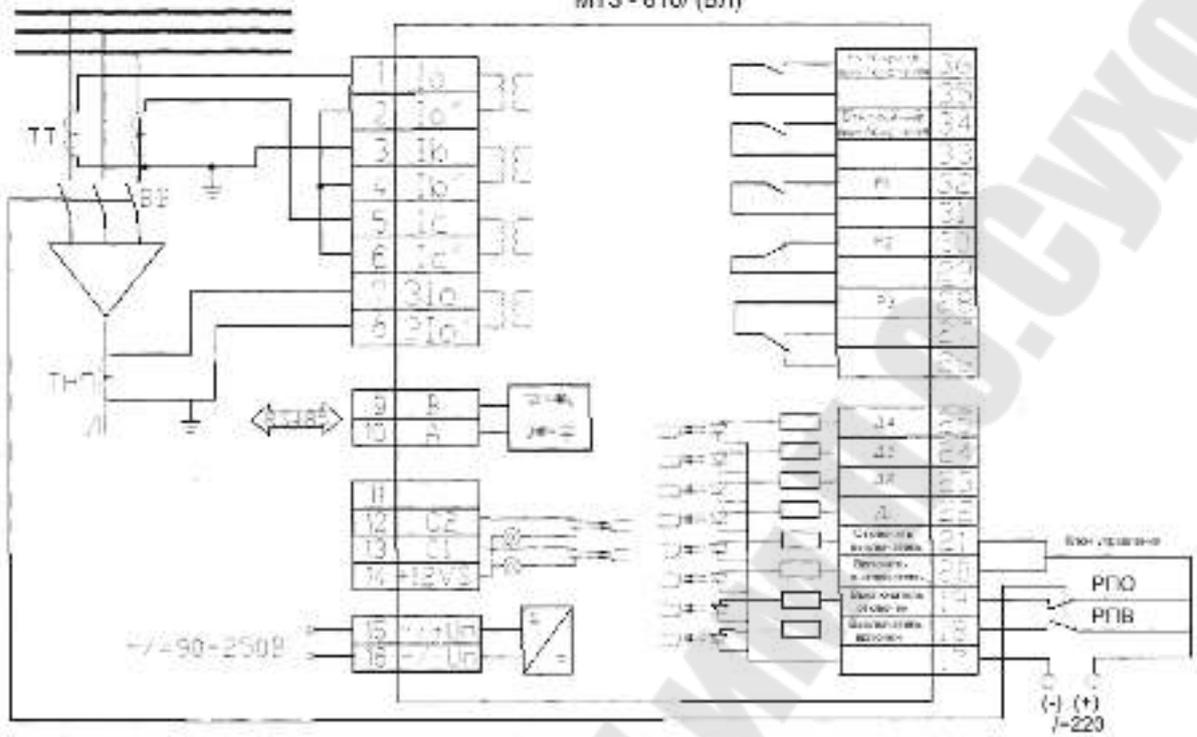
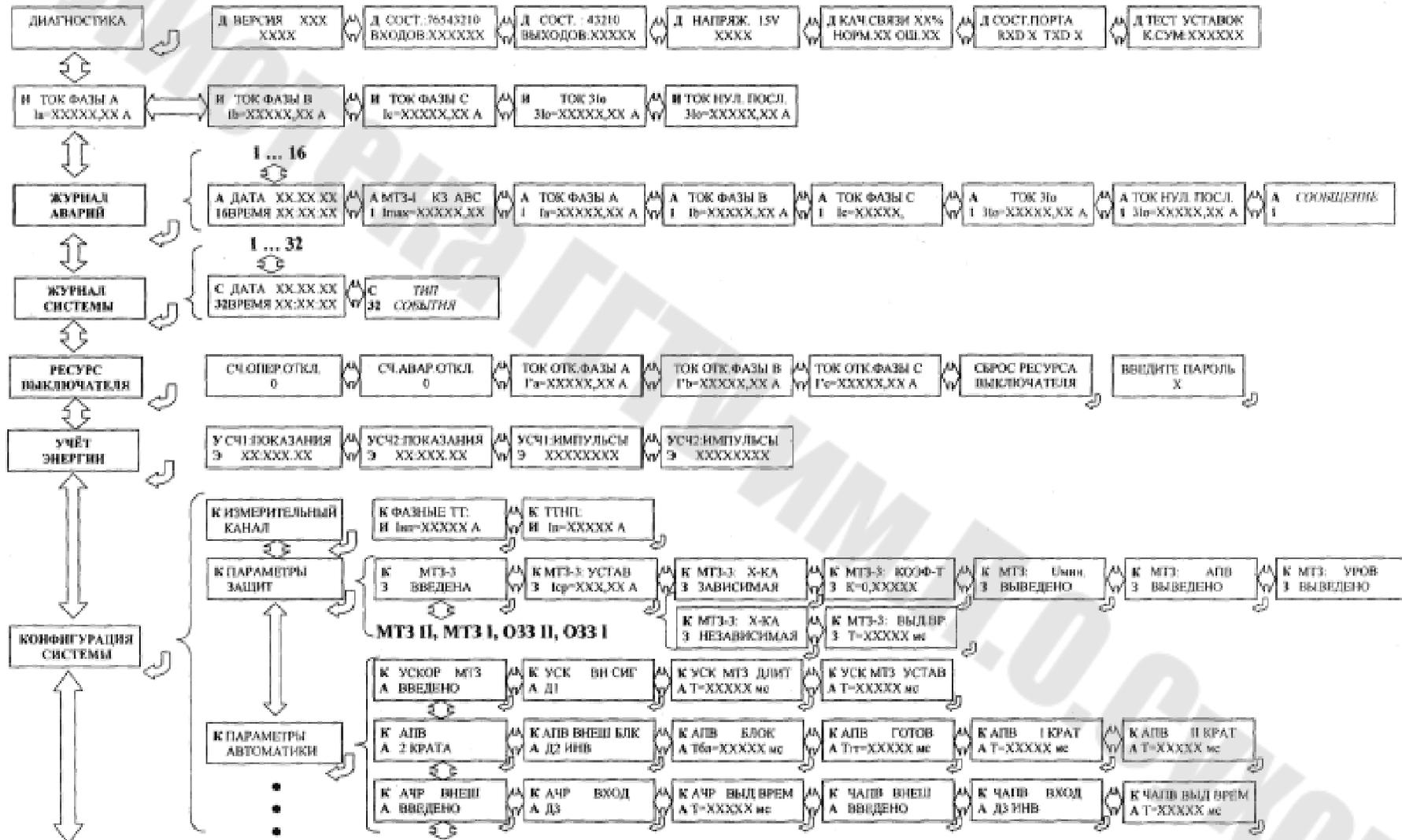


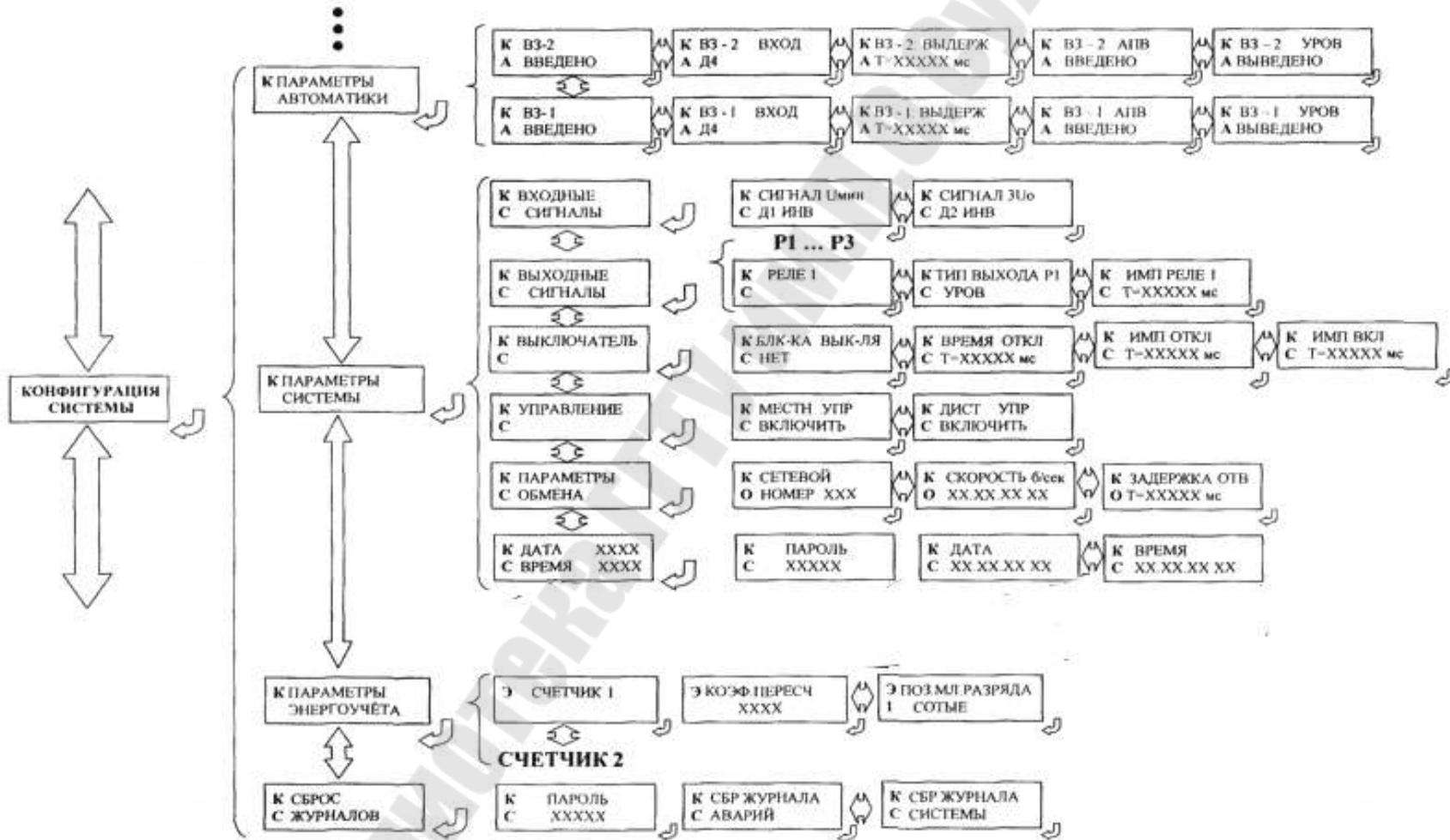
Схема подключения МТЗ-610Л (Двухфазное исполнение)

КАРТА МЕНЮ МТЗ-610Л

Приложение 2.



КАРТА МЕНЮ МТЗ-610Л (продолжение)



Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-КЛ-11

1. Цель работы. Изучение принципа действия, технических характеристик, расчета уставок и программирования микропроцессорного блока защиты типа БМРЗ-КЛ-11.

2 Краткие теоретические сведения

2.1. Назначение. Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-КЛ-11 (в дальнейшем - БМРЗ), предназначен для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления, измерения и сигнализации присоединений напряжением 6 - 35 кВ.

БМРЗ обеспечивает функции защиты, автоматики и управления кабельных линий электропередачи распределительных подстанций и электростанций. БМРЗ может быть использован для защиты воздушных линий электропередачи и асинхронных двигателей мощностью до 4 МВт.

Функции защиты, выполняемые БМРЗ:

1. Трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений с контролем тока в двух или трех фазах. Возможность выбора одной из четырех зависимых времятоковых характеристик. Возможность выполнения направленной МТЗ, а также МТЗ с комбинированным пуском по напряжению. Автоматический ввод ускорения МТЗ при любом включении выключателя;

2. Направленная или ненаправленная защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), действующая на отключение и (или) на сигнализацию с двумя выдержками времени. Две программы уставок;

3. Защита от несимметрии и от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ);

4. Защита минимального напряжения (ЗМН);

5. Логическая защита шин 6-10 кВ (ЛЗШ);

6. Защита от снижения напряжения (ЗСН) при включении выключателя;

7. Защита от перенапряжения (ЗПН);

Функции автоматики:

1. Определение направления мощности (ОНМ) для направленной МТЗ или для автоматического переключения программ МТЗ и ОЗЗ;

2. Двукратное или однократное автоматическое повторное включение (АПВ);

3. Резервирование отказов выключателя (УРОВ);
4. Автоматическое включение резерва (АВР);
5. Определение места повреждения (ОМП);
6. Выполнение команд автоматической частотной разгрузки (АЧР) и автоматического повторного включения по частоте (ЧАПВ) от внешнего устройства частотной разгрузки.

Функции управления:

1. Операции отключения и включения выключателя по внешним командам и от кнопок на собственном пульте;
2. Оперативный ввод/вывод функций защиты и автоматики по внешним сигналам;

2.2. Дистанционное изменение параметров настройки.

Технические характеристики. Питание БМРЗ осуществляется от источника переменного (от 45 до 55 Гц), постоянного или выпрямленного тока. Рабочий диапазон напряжения питания 220 В. Предельный диапазон напряжения питания от 88 до 264 В.

Мощность, потребляемая БМРЗ от источника оперативного тока в дежурном режиме - не более 15 Вт, в режиме срабатывания защит - не более 25 Вт.

Основные технические характеристики БМРЗ приведены в таблице 26.1.

БМРЗ не срабатывает ложно и не повреждается:

- при снятии и подаче оперативного тока, а также при перерывах питания любой длительности с последующим восстановлением;
- при подаче напряжения оперативного постоянного тока обратной полярности;
- при замыкании на землю цепей оперативного тока.

БМРЗ обеспечивает функцию календаря и часов астрономического времени с индикацией года, месяца, дня месяца, часа, минуты и секунды.

БМРЗ обеспечивает хранение параметров аварийных событий и сохранение хода часов:

- при наличии оперативного тока - неограниченно;
- при отсутствии оперативного тока - не менее 200 часов.

Время готовности БМРЗ к работе после подачи оперативного тока - 0,05 с.

Электрическое сопротивление изоляции БМРЗ между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии составляет:

- не менее 20 МОм - в нормальных климатических условиях;
- не менее 1 МОм - при повышенной влажности.

Нормальными климатическими условиями считаются:

- температура окружающего воздуха - + 25 °С;
- относительная влажность - от 45 до 80 %;
- атмосферное давление - от 630 до 800 мм рт. ст.

Таблица 26.1

Основные технические характеристики БМРЗ

Наименование параметра	Значение
1 Входы аналоговых сигналов:	
-число входов по току и напряжению	До 8
-номинальный ток фаз, А	5
-максимальный контролируемый диапазон токов в фазах, А	0,5-120
-рабочий диапазон токов в фазах, А	1,5-100
-рабочий диапазон тока нулевой последовательности, А	0,005-0,250
	0,05-2,5
	0,5-25
	1,5-100
-основная относительная погрешность измерения тока, % не более	
-номинальное напряжение цепей межфазных напряжений и напряжения нулевой последовательности, В	±4
-номинальное напряжение цепей фазных напряжений, В	100
-номинальное напряжение рабочего источника для восстановления схемы нормального режима после АВР, В	60
-рабочий диапазон цепей напряжения от номинального напряжения, %	100 или 200
-основная относительная погрешность измерения напряжения, %, не более	1-120
-частота переменного тока, Гц	±5
	50±5

2.3. Функции БМРЗ

2.3.1 Функции защиты. Максимальная токовая защита. Все модификации БМРЗ имеют возможность выполнения одно-, двух- или трехступенчатой максимальной токовой защиты (МТЗ).

Первая и вторая ступени выполнены с независимыми времятоковыми характеристиками. Третья (чувствительная) ступень имеет независимую и зависимую характеристики, выбор типа характеристики осуществляется программным ключом 109.

Количество ступеней МТЗ задается программно ключами 101... Третья ступень может работать отключение и сигнализацию или только на сигнализацию.

Предусмотрена возможность формирования выходных сигналов Пуск I> (пуск первой ступени МТЗ), и “Перегрузка” (срабатывание чувствительной ступени МТЗ).

Параметры ступеней с независимыми времятоковыми характеристиками приведены в таблице 26.2.

Таблица 26.2

Параметры ступеней с независимыми времятоковыми характеристиками

Наименование параметра	Значение
1. Диапазон уставок по току, А: -для первой и второй ступеней I>>>, I>> -для третьей ступени I>	2,5-99,99 1,5-25,00
2. Диапазон уставок по времени T>>, T>>, T ₁₁ >, с	0,0-99,99
3. Дискретность уставок: -по току, А -по времени, с	0,01 0,01
4. Основная погрешность срабатывания, не более: -по току от уставки, % -по времени: -выдержка более 1 с, от уставки, % -выдержка менее 1 с, мс	±4 ±2 ±2,5
5. Коэффициент возврата по току	0,95-0,98
6 время возврата, мс, не более	50

При задании нулевой уставки по времени БМРЗ обеспечивает максимальное быстроедействие защит. При этом время выдачи сигнала на отключение при кратности тока к уставке более 2,5 не превышает 50 мс.

Пуск ступени с зависимой время-токовой характеристикой происходит при токах, превышающих 1,1 I_{уст}.

Выдержка времени на начальном участке зависимых время-токовых характеристик не превышает 100 с.

МТЗ с пуском по напряжению. Пуск МТЗ по напряжению выполняется одним из следующих способов:

а) исполнения БМРЗ, предназначенные для эксплуатации совместно с БМРЗ-К1-1 или другими внешними реле напряжения имеют дискретный вход “Разреш. МТЗ“

б) исполнения БМРЗ, имеющие аналоговые входы для подключения сигналов напряжения, обеспечивают пуск МТЗ по напряжению автономно.

Наличие или отсутствие пуска по напряжению для каждой ступени задается программными ключами 120 - 125.

Условием пуска МТЗ является снижение любого линейного напряжения ниже уставки или увеличение напряжения обратной последовательности U_2 выше уставки U_2 >. Предусмотрена возможность комбинированного пуска. Выбор варианта пуска для каждой ступени производится программными ключами 120, 122, 124 (1) и 121, 123, 125 U_2 >.

Параметры пуска по напряжению приведены в таблице 26.3.

Таблица 26.3

Параметры МТЗ с пуском по напряжению

Наименование параметра	Значение
1. Диапазон уставок по напряжению $U_<$, В	20-80
2. Диапазон уставок по напряжению обратной последовательности, U_2 >, В	5-20
3. Дискретность уставок по напряжению, В	1
4. Коэффициент возврата $U_<$	1,03-1,07
5. Коэффициент возврата U_2 >	0,95-0,98
6. Основная относительная погрешность по напряжению $U_<$, от уставки, %, не более	±5
7. Основная относительная погрешность по напряжению U_2 >, от уставки, %, не более	±5

Направленная МТЗ выполняется одним из двух способов:

а) подачей на вход “Разреш. МТЗ” сигнала от внешнего реле направления мощности.

б) автономно применением исполнений БМРЗ, в которых реализована функция ОНМ.

Условие пуска (направленная или ненаправленная) вводится независимо для каждой ступени ключами S104, S105, S106.

Ускорение МТЗ (УМТЗ) вводится на 1 с при включении выключателя;

Ускорение МТЗ по включению выключателя действует на первую и вторую ступени МТЗ.

Если для какой-либо ступени МТЗ задана уставка по времени менее уставки ускоренной (Туск) МТЗ, то при действии УМТЗ заданная уставка сохраняется.

Защита от однофазных замыканий на землю (033) выполняется с контролем:

- напряжения нулевой последовательности $3U_0$;
- тока нулевой последовательности $3I_0$
- напряжения и тока нулевой последовательности $3U_0$ и $3I_0$ (ненаправленная);

-напряжения, тока и направления мощности нулевой последовательности (направленная).

При наличии входных аналоговых сигналов $3U_0$ и $3I_0$ вариант защиты задается программно ключами 24, 25, 26.

Все варианты защиты от 033 имеют одноступенчатую независимую характеристику с одной или двумя выдержками времени.

Защита от несимметрии и от обрыва фазы питающего фидера реализуется методом расчета тока обратной последовательности I_2 .

Для реализации ЗОФ на вход БМРЗ необходимо подать три фазных тока I_A, I_B, I_C .

ЗОФ может быть выведена из действия программным ключом S41.

Защита минимального напряжения (ЗМН) выполняется с контролем двух линейных напряжений и напряжения обратной последовательности. Контроль линейных напряжений может быть блокирован программным ключом 70, контроль напряжения обратной последовательности блокируется ключом 73.

ЗМН действует на отключение или на сигнализацию.

Предусмотрена возможность блокировки ЗМН при пуске МТЗ и внешним дискретным сигналом "Блок. ЗМН".

Защита от повышения напряжения (ЗПН) выполняется аналогично ЗМН, но действует при превышении напряжением заданной уставки. Контроль линейных напряжений и напряжения обратной последовательности может быть блокирован программными ключами.

ЗПН действует на отключение и на сигнализацию.

Защита от снижения напряжения при включении выключателя (ЗСН) при включении выключателя вводится на 1с после получения сигнала о включении выключателя "РПВ".

Защита пускается при снижении линейного напряжения или при появлении напряжения обратной последовательности. Условия пуска задаются программными ключами 75, 76.

ЗСН действует на отключение и сигнализацию.

Дальнее резервирование при отказе защит или выключателей от шин линий. Функция дальнего резервирования (ДР) является ненаправленной максимальной защитой по реактивной составляющей тока с независимой выдержкой времени, с блокировкой по минимальному напряжению и с пуском по току обратной последовательности.

Предусмотрена возможность вывода из работы резервной защиты с помощью внешнего дискретного сигнала "Блок. ДР" и программ-

ным ключом 80. Пуск защиты по току I_2 может быть выведен программным ключом 81.

Предусмотрена возможность блокировки ДР на заданное время при снижении напряжения прямой последовательности ниже заданной уставки.

2.3.2 Функции автоматики и управления выключателем. Автоматическое повторное включение (АПВ). БМРЗ реализует функцию двукратного АПВ с возможностью программной блокировки одного или обоих циклов. Блокировка первого цикла осуществляется программным ключом 311, второго цикла - 31.

АПВ пускается по факту срабатывания МТЗ, ОЗЗ и при самопроизвольном отключении выключателя.

Параметры АПВ приведены в таблице 26.4.

Таблица 26.4

Параметры срабатывания АПВ

Наименование параметра	Значение
1. Диапазон выдержек времени, с:	
-первый цикл $T_{АПВ1}$	0,5-99,9
-второй цикл $T_{АПВ2}$	2-99
2. Дискретность выдержек времени, с:	
-первый цикл	0,01
-второй цикл	1
3. Основная погрешность времени:	
-выдержка более 1 с, от уставки, %	± 2
-выдержка менее 1 с, мс	± 25

Время готовности АПВ после включения выключателя персоналом или дистанционно составляет (12 ± 2) с.

Оба цикла АПВ блокируются:

- входными дискретными сигналами “Блок. АПВ”, “АЧР”;
- при неисправности БМРЗ или выключателя;
- входным дискретным сигналом “УРОВП”(S315);
- при срабатывании логической защиты шин (S317);
- при срабатывании первой ступени МТЗ (S35);

Программно может быть задан (S32) режим блокировки второго цикла АПВ при появлении напряжения $3U_0$ (по срабатыванию пускового органа ОЗЗ по $3U_0$).

Резервирование отказов выключателя (УРОВ). Функция УРОВ состоит из двух компонентов - УРОВ-датчик (УРОВд) и УРОВ-приемник (УРОВп).

УРОВд запускается:

-при срабатывании МТЗ и/или других защит БМРЗ, действующих на отключение;

-по сигналу “Внеш. защита” (S45);

-по сигналу “УРОВ от нижестоящей защиты”.

Любая защита, выполняемая БМРЗ, или внешняя защита, подключенная к дискретному входу “Внеш. защита”, могут быть подключены к УРОВ. Все защиты, кроме МТЗ могут подключаться к УРОВ через соответствующие программные ключи.

Сигнал “УРОВ” выдается с задержкой $T_{ур}$ после выдачи команды “ОТКЛ” при условии невыполнения команды на отключение выключателя. Сигнал “УРОВд” снимается по факту возврата защит или съема входных сигналов “УРОВ” и “Внеш. защита”.

Автоматическое включение резерва (АВР). Пуск АВР происходит при срабатывании пускового органа по напряжению. Предусмотрена возможность отключения контроля напряжения (После отработки выдержки времени T выдается команда на отключение выключателя ввода, а после выполнения этой команды выдается команда “Вкл СВ” на БМРЗ-СВ длительностью 0,8 с).

“Разреш. АВР” может блокироваться:

-при наличии напряжения $3U_0$ (S55);

-при наличии напряжения обратной последовательности U_2 (S501);

-при снижении частоты (S59);

-при неисправности БМРЗ.

Определение направления мощности (ОНМ). ОНМ осуществляется по величине фазового угла между током I_A и напряжением U_{bc} (отдельно для каждой пары сигналов). Направление мощности определяется по первой гармонической составляющей от 45 до 55 Гц сигналов тока и напряжения.

Чувствительность ОНМ по току 1 А, по напряжению - 5 В (во вторичных значениях).

При нечетком определении текущего направления мощности (в зоне нечувствительности, а также при снижении напряжения или тока ниже порога чувствительности) запоминается предыдущее значение.

ОНМ используется для:

-реализации направленной МТЗ;

-смены программ МТЗ и 033.

Управление выключателем. Для управления выключателем в БМРЗ устанавливаются электромеханические реле “Вкл” и “Откл”.

Для повышения надежности большинство исполнений БМР комплектуются двумя независимыми реле “Откл 1” и “Откл2”, управляемыми синхронно.

БМРЗ обеспечивает отключение и включение выключателя по командам:

- от защит и автоматики, выполняемых БМРЗ;
- поступающим на дискретные входы;
- от кнопок управления выключателем, расположенных на пульте БМРЗ;

БМРЗ обеспечивает два режима управления выключателем - местный (МУ) и дистанционный (ДУ).

Местное управление выключателем осуществляется посредством кнопок ВКЛ и ОТКЛ, расположенных на пульте БМРЗ. Дистанционное управление производится через дискретные входы “Вкл.” и “Откл.”.

Переключение режима БМРЗ производится одновременным нажатием кнопок ВЛЕВО и ВПРАВО на пульте.

Режим управления запоминается при отключении питания БМРЗ.

Кнопки ВКЛ и ОТКЛ действуют только в режиме местного управления. Команды на включение выключателя, поступающие через последовательные каналы и через дискретный вход “Вкл.”, выполняются только в режиме дистанционного управления (ДУ). Команды отключения выключателя (от АСУ и через дискретный вход “Откл. выполняются как в режиме местного, так и в режиме дистанционного управления.

Действие функций защит и автоматики не зависит от режима (МУ/ДУ) БМРЗ.

Все исполнения БМРЗ имеют дискретные входы:

- “ОТКЛ”
- “ВКЛ”;
- “Внеш. защита”.

Входы “ВКЛ” и “ОТКЛ” предназначены для подключения цепей дистанционного управления, соответствующих сигналов телеуправления, ключей управления и т. д. Включение выключателя по сигналу со входа не приводит к срабатыванию сигнализации. При отключении выключателя в память аварийных событий записывается факт ручного отключения” и загорается индикатор “ВНЕС”.

Вход “Внеш. защита” предназначен для подключения внешних защит, например, дуговой, газовой и других. БМРЗ может комплектоваться одним или несколькими входами для сигнала ”Защита”. Подача сигнала на эти входы приводит к выдаче команды на отключение выключателя без дополнительной выдержки времени, фиксации в памяти параметров аварии, как при срабатывании собственных защит.

В связи с тем, что время от подачи сигнала ”Защита” до срабатывания реле “Откл” составляет 50 мс, быстродействующие защиты могут подключаться непосредственно к цепям выключателя. В этом случае рекомендуется сигнал отключения от быстродействующей защиты подключить также ко входу “Внеш. защита”, иначе БМРЗ будет фиксировать отключение выключателя как самопроизвольное отключение.

БМРЗ обеспечивает защиту от многократного включения выключателя. При наличии на входе БМРЗ команды включения выключателя и срабатывании защиты, БМРЗ блокирует все команды включения выключателя. Блокировка снимается через одну секунду после съема команды включения.

Команды отключения выключателя имеют приоритет над командами включения.

БМРЗ контролирует время выполнения команд включения и отключения выключателя. В том случае, когда команда включения или отключения не выполнена в течение 0,5 и 0,25 с соответственно, а также, если сигналы и “РПВ” имеют одинаковое значение в течение 10 с, БМРЗ формирует сигнал неисправности выключателя. При этом выдаются сигналы обобщенной сигнализации, сигнал неисправности цепей управления “Неиспр. ЦУ” (при наличии) и блокируются команды включения выключателя. Съём блокировки производится при квитировании сигнализации. При использовании БМРЗ совместно с выключателями с двигательным приводом время контроля команды включения увеличивается до 2 с.

БМРЗ обеспечивает обнаружение самопроизвольного отключения выключателя, то есть, отключение выключателя без подачи команды отключения от БМРЗ. При самопроизвольном отключении выключателя выдаются сигналы аварийной и вызывной сигнализации, а при установке соответствующих программных ключей запускаются АПВ или АВР.

2.3.3 Функции сигнализации. БМРЗ обеспечивает следующие виды сигнализации:

- индикаторную;
- дискретными сигналами (выходными реле);

БМРЗ формирует выходные дискретные сигналы следующих групп:

- сигнализация о срабатывании отдельных функций (ступеней) защиты или автоматики (например, Перегрузка “АПВ”);
- сигналы обобщенной сигнализации;
- индикация положения выключателя.

Все исполнения БМРЗ формируют сигналы обобщенной сигнализации “Вызов”, “Аварийное отключение” и сигналы системы диагностики “Неиспр. БМРЗ/выкл “Отказ БМРЗ”.

Возврат сигналов индикаторной и релейной сигнализации происходит квитированием их оператором. Квитирование производится в режиме местного управления - нажатием на кнопку СБРОС, расположенную на пульте БМРЗ.

Сигнал “Аварийное отключение”

Сигнал “Аварийное отключение” относится к группе аварийной сигнализации. “Аварийное отключение” формируется при любом отключении выключателя, не связанном с подачей команды отключения оператором. Возврат сигнала “Аварийное отключение” производится по сигналу квитирования или при подаче оператором команды отключения выключателя.

БМРЗ обеспечивает запоминание значения сигнала “Аварийное отключение” при потере питания БМРЗ, после подключения оперативного тока состояние реле восстанавливается. Время хранения информации о состоянии сигнала при отключенном оперативном токе составляет не менее 200 часов.

Сигнал “Вызов” относится к группе вызывной сигнализации. Сигнал выдается в следующих случаях:

- срабатывание защит, включая защиты работающие только на сигнализацию;
- работа автоматики, приводящая к отключению выключателя (АВР, ВНР);
- обнаружение неисправности БМРЗ, выключателя и других цепей, контролируемых БМРЗ.

Сигнал “Вызов” не выдается при переходе БМРЗ в состояние отказа.

Возврат сигнала “Вызов” производится по сигналу квитирования.

Состояние сигнала “Вызов” сохраняется в энергонезависимой памяти, аналогично сигналу “Аварийное отключение”.

Сигнал “Неиспр.БМРЗ/выкл.” выдается при обнаружении системой диагностики неисправности БМРЗ, не препятствующей работе МТЗ, а также при неисправности выключателя.

Неисправностями выключателя являются:

-совпадение значений сигналов положения выключателя “РПО” и “РПВ”

-невыполнение команд включения и отключения выключателя за время, определенное алгоритмом контроля;

-отсутствие сигнала “Ав. Ш П”

На время действия сигнала “Неиспр.БМРЗ/выкл ” отдельные функции автоматики (АПВ, ВНР, ЧАПВ) блокируются.

Возврат сигнала “Неиспр.БМРЗ/выкл” производится по сигналу квитирования. Данный сигнал в энергонезависимой памяти не сохраняется.

Сигнал “Отказ БМРЗ” формируется реле с размыкающими контактами, что обеспечивает выдачу сигнала (замыканием контактов) при потере питания БМРЗ. При наличии оперативного тока сигнал может быть сформирован системой диагностики при обнаружении неисправности, препятствующей работе МТЗ.

На время действия сигнала “Отказ БМРЗ” все выходные реле БМРЗ возвращаются в исходное состояние. Возврат сигнала “Отказ БМРЗ” происходит только после устранения неисправности.

Индикация положения выключателя. Для индикации положения выключателя БМРЗ имеет следующие возможности:

-дублирование сигналов положения выключателя “РПО”, “РПВ” выходными реле;

-предусмотрена возможность установки реле фиксации команд “РФк”;

-управление внешними лампами индикации, установленными в КРУ или на щите управления.

При непосредственном управлении лампами индикации, установленными в КРУ или на щите управления, в БМРЗ устанавливаются реле “Выключатель включен” “Выключатель отключен”. При отключении выключателя по любой причине, кроме команды оператора, загорается лампа, подключенная к реле “Выключатель отключен”, а лампа, подключенная к реле “Выключатель включен” мигает. После подачи сигнала квитирования лампа “Выключатель включен” гаснет.

При включении выключателя функцией автоматики (АПВ, ЧАПВ, АВР) загорается лампа “Выключатель включен”, а лампа “Выключатель отключен” мигает до получения сигнала квитирования.

2.3.4 Вспомогательные функции. Измерение параметров сети. БМРЗ обеспечивает измерение параметров входных аналоговых сигналов. Результаты измерений отображаются на дисплее БМРЗ в меню “ПАРАМЕТРЫ СЕТИ”.

Все исполнения БМРЗ обеспечивают измерения действующих значений входных аналоговых сигналов (фазных токов, линейных или фазных напряжений, напряжения и тока нулевой последовательности). Перечень других параметров сети зависит от количества и состава входных аналоговых сигналов, а также от функций защиты, установленных в данном исполнении БМРЗ.

В качестве дополнительных параметров измеряются (вычисляются):

- действующие значения напряжения и тока обратной последовательности;
- действующие значения напряжения и тока прямой последовательности;
- активные и реактивные компоненты фазных токов;
- активная мощность;
- реактивная мощность;
- фазовые углы между токами и напряжениями;
- частота.

Все измерения выполняются для первой гармонической составляющей входных сигналов. При наличии во входных сигналах высших гармонических составляющих показания БМРЗ могут отличаться от показаний измерительных приборов.

Значения электрических параметров сети могут отображаться как во вторичных, так и в первичных величинах. Для отображения параметров в первичных величинах необходимо задать коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения.

Регистрация параметров аварий. БМРЗ обеспечивает запоминание параметров девяти аварийных событий. По каждому аварийному событию фиксируется следующая информация:

- значения параметров аналоговых сигналов в момент пуска защиты;
- значения параметров аналоговых сигналов в момент выдачи команды на отключение выключателя;

-значения всех входных и выходных дискретных сигналов в момент пуска защиты;

-изменения дискретных входных сигналов на входах БМРЗ в промежутке времени между пуском защиты и выдачей команды на отключение выключателя;

-изменения дискретных выходных сигналов БМРЗ в промежутке времени между пуском защиты и выдачей команды на отключение выключателя;

-наименование защиты, первой выдавшей команду на отключение выключателя (при параллельной работе защит или при переходе одной аварии в другую, например, ОЗЗ в межфазное замыкание)

-наименование и значение аналогового сигнала, вызвавшего пуск защиты

-дата и время пуска защиты;

-отработанная выдержка времени от момента пуска первой защиты до выдачи команды на отключения выключателя.

Для защит, действующих только на сигнализацию, моментом окончания фиксации аварии является не выдача команды на отключение выключателя, а выдача сигнала.

При работе АПВ в параметрах аварии фиксируется номер цикла и устанавливается признак “АПВ УСПЕШНО / НЕУСПЕШНО”. Признак “УСПЕШНО” устанавливается через 120 с после выдачи команды на включение выключателя, если за это время авария не повторится. Каждый неуспешный цикл АПВ фиксируется как отдельное аварийное событие.

При заполнении буфера аварийных событий и возникновении следующей аварии автоматически стирается самая старая запись.

Время хранения параметров аварийных событий при отключенном питании БМРЗ составляет не менее 200 часов.

Накопительная информация. В состав накопительной информации входят следующие параметры:

-количество пусков и срабатываний каждой защиты, для многоступенчатых защит - по каждой ступени защиты;

-количество успешных и неуспешных циклов АПВ, отдельно для первого и второго циклов;

-количество отключений выключателя;

-токи отключений выключателя пофазно, нарастающим итогом;

-максимальные значения зарегистрированных токов, отдельно для каждой фазы.

Просмотр параметров возможен на дисплее БМРЗ в меню “НАКОПИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ”.

Предусмотрена возможность стирания накопительной информации с пульта БМРЗ. Удаление накопительной информации с пульта БМРЗ возможно только после ввода пароля в режиме БМРЗ обеспечивает запоминание даты и время последней очистки буфера накопительной информации.

Регистрация аварийных процессов. Все исполнения БМРЗ обеспечивают регистрацию аварийных процессов (РАП). В процессе регистрации производится запись действующих значений пяти аналоговых сигналов и восьми дискретных сигналов (входных и выходных). Запись производится с интервалом 10 мс.

РАП запускается при пуске любой защиты. Длительность регистрируемого процесса составляет 10с, при этом 1с составляет предистория аварии.

БМРЗ обеспечивает регистрацию одного аварийного процесса. Для записи следующего процесса буфер РАП должен быть очищен. Очистка буфера производится по команде оператора с пульта БМРЗ.

Определение места повреждения реализуется методом расчета тока обратной последовательности I_2 и его фиксации в момент подачи команды на отключение выключателя.

2.4. Управление БМРЗ.

2.4.1 Описание пульта БМРЗ. В верхней части пульта расположены семь индикаторов, сигнализирующих о состоянии и исправности БМРЗ и выключателя, а также о пусках и срабатываниях защит и автоматики. Маркировка и назначение индикаторов приведены в таблице 26.5.

Ниже индикаторов расположен алфавитно-цифровой жидкокристаллический дисплей, который содержит две строки по 32 знакам.

Информация, отображаемая на дисплее, скомпонована в виде кадров, которые можно просматривать последовательно вперед или назад в режиме “меню - подменю” в соответствии с рис. 26.1.

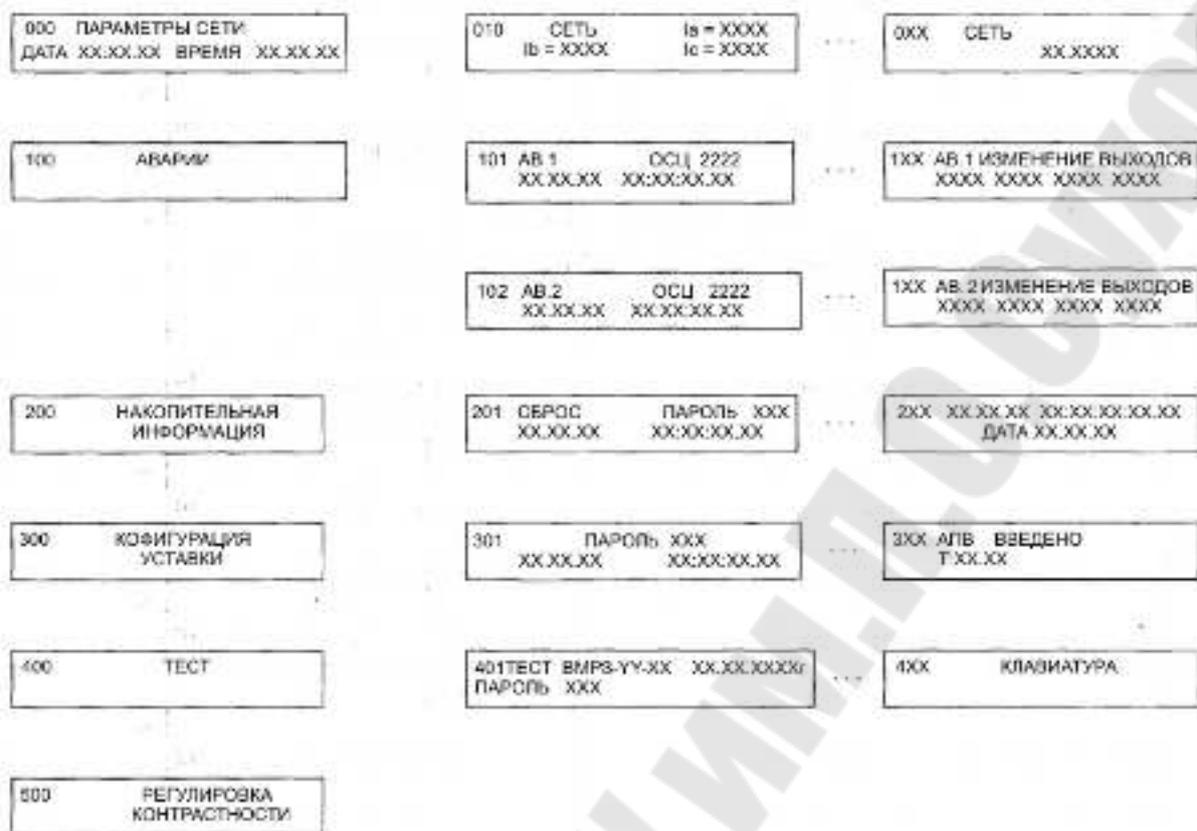


Рис. 26.1 Структура меню БМРЗ

2.5. Порядок действий программирования и контроля

Включение индикации. В том случае, когда оператор не работает с пультом БМРЗ, дисплей автоматически отключается. Отключение индикации производится, если в течение 3 мин не было нажато ни одной кнопки.

Для включения индикации необходимо нажать любую кнопку, кроме ОТКЛ и ВКЛ. При этом на дисплее пульта должен появиться начальный кадр основного меню, где индицируются номер '000' и название кадра "ПАРАМЕТРЫ СЕТИ".

Контрастность изображения ЖКИ зависит от угла зрения на дисплей и от внешней температуры. В БМРЗ предусмотрена программная регулировка контрастности. Для входа в кадр "РЕГУЛИРОВКА КОНТРАСТНОСТИ" следует два раза нажать кнопку СБРОС, и затем нажать кнопку ВНИЗ. После этого, нажимая кнопки ВЛЕВО или ВПРАВО, выбрать необходимый уровень контрастности.

Передвижение по меню осуществляется кнопками ВВЕРХ, ВНИЗ. Переход из главного меню в подменю производится нажатием кнопки ВВОД. Вернуться из подменю в главное меню можно с помо-

щью кнопки СБРОС. Перемещение курсора внутри кадра производится кнопками ВЛЕВО и ВПРАВО.

Таблица 26.5

Назначение индикаторов

Группа	Маркировка	Назначение индикатора	Цвет
Защита	ПУСК	Включается при пуске любой защиты, задействованной в БМРЗ и светится до "возврата" пускового органа. При работе защиты на сигнализацию светится до окончания выдержки времени. Мигает при работе алгоритмов АВТОМАТИКИ (АПВ, АВР, ЧАПВ, УРОВ).	Желтый
	СРАБ	Включается при срабатывании выходного реле "ОТКЛ" по защите, гаснет после квитирования. Мигает при срабатывании любой защиты на сигнализацию, при УРОВ, по сигналу "Внеш. защита". После пропадания и восстановления питания БМРЗ сохраняет свое состояние.	Красный
	ВНЕШ	Включается при поступлении любой команды, которая приводит к отключению выключателя: -"ОТКЛ"; -кнопки ОТКЛ в режиме "МУ"; -командой "ОТКЛ" от АСУ; -внешние сигналы. Мигает при срабатывании реле "Вызов". Гаснет после квитирования. После пропадания и восстановления питания БМРЗ сохраняет свое состояние	Желтый
	без маркировки	Включается после подачи оперативного питания на БМРЗ. Мигает при неисправности БМРЗ, выявленной самодиагностикой. Гаснет при отсутствии питания или при отказе БМРЗ	Зеленый
Выключатель	ВКЛ	Светится при наличии сигнала на входе "РПВ". Мигает при неопределенном состоянии "РПВ". "РПО"	Красный
	ОТКЛ	Светится при наличии сигнала на входе "РПО". Мигает при неопределенном состоянии "РПВ". "РПО"	Зеленый
	НЕИСПР	Включается при невыполнении выключателем команд "ОТКЛ", "ВКЛ", при неопределенном состоянии "РПВ", "РПО" или при отсутствии сигнала на входе "Ав. ШП". Светится до устранения неисправности и квитирования. После пропадания и восстановления питания блока сохраняет свое состояние	Желтый

Просмотр электрических параметров сети. Для того, чтобы просмотреть текущие значения электрических параметров сети необходимо выйти в начальный кадр меню “ПАРАМЕТРЫ СЕТИ”.

Вход в подменю производится нажатием кнопки ВВОД. На дисплее отображается кадр с номером “001”, содержащий текущие дату, время и значения фазных токов. С помощью кнопок ВВЕРХ, ВНИЗ можно пролистать остальные кадры параметров сети.

Просмотр параметров аварий. Для входа в меню параметров аварий необходимо выйти в начальный кадр и нажать кнопку ВВОД. При этом на дисплее должна появиться надпись “АВАРИЯ” и номер кадра “100”. Нажатием кнопки ВВОД войти в кадр “101”. В кадре “101” меню “АВАРИЯ” можно выбрать номер аварийного события, которое необходимо отобразить на дисплее. Для этого необходимо установить кнопкой ВПРАВО маркер вод цифру, стоящую после слова “АВАРИЯ” и кнопками ВВЕРХ или ВНИЗ ввести желаемый номер аварии. Далее следует нажать кнопку “ВЛЕВО” - маркер будет под словом “АВАРИЯ” и нажать кнопку ВВОД. На индикатор будет выведен кадр “110”. Остальные кадры, содержащие информацию по данному аварийному событию, можно просмотреть с помощью кнопок ВВЕРХ или ВНИЗ.

Кадр “110” содержит дату и время пуска защиты, отработанную выдержку времени, наименование защиты и параметра, вызвавшего ее пуск. В следующих кадрах отображаются значения измеряемых аналоговых сигналов в моменты пуска и срабатывания защиты, значения дискретных входов и выходов в момент пуска защиты, изменения дискретных входных и выходных сигналов от пуска до срабатывания защиты, а также сообщение о работе и результатах работы по каждому циклу АПВ.

Для просмотра параметров следующей аварии необходимо нажать кнопку СБРОС. На индикатор будет выведен кадр с номером “100”, далее повторить действия.

В кадре 101 выводится надпись “ОСЦ ЕСТЬ” или “ОСЦ НЕТ”, свидетельствующая о наличии или отсутствии в памяти записи регистратора аварийных процессов. Для очистки буфера РАП необходимо подвести курсор под надпись “ОСЦ ЕСТЬ” и нажать кнопку ВВЕРХ (ввод пароля не требуется).

Просмотр накопительной информации. Перейти в кадр номер “200” меню “НАКОПИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ”. Для этого перейти в начальный кадр меню (кадр “000”) и дважды нажать кнопку

СБРОС. Нажатием кнопки ВВОД войти в кадр “201”. В кадре “201” можно произвести удаление информации об авариях и накопительной информации. К остальным кадрам меню накопительной информации можно перейти с помощью кнопок ВВЕРХ, ВНИЗ.

В кадре “210” отображается дата последнего удаления аварийной и накопительной информации, количество отключений выключателя и суммарный ток отключений по каждой фазе. Эти данные могут быть использованы для учета ресурса выключателя.

Группа кадров, начиная с “220”, содержат информацию о количестве пусков и срабатываний защит. Для многоступенчатых защит данные приводятся отдельно для каждой ступени. Для защит, работающих на отключение или на сигнализацию, отдельно приводится количество срабатываний на отключение и на сигнализацию. Выводится количество срабатываний МТЗ по ускорению.

В отдельном кадре выводится информация о работе АПВ. Для каждого цикла приведено количество успешных и неуспешных срабатываний.

В последних кадрах меню “НАКОПИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ” выводятся максимальные зарегистрированные значения фазных токов. Для каждой фазы приводится дата и время регистрации максимального значения.

Удаление накопительной и аварийной информации производится одновременно. Удаление возможно только после ввода пароля в режиме “МУ” Пароль П вводится в паспорте блока.

Для стирания накопительной и аварийной информации необходимо войти в кадр “201”. В этом кадре на дисплее отображается слово “ПАРОЛЬ” и число 00. Кнопками ВЛЕВО и ВПРАВО подвести курсор под первый разряд числа. Выбрать первую цифру пароля. Установка цифры производится кнопками ВВЕРХ, ВНИЗ путем ее циклического изменения от 0 до 9. Набрать вторую и третью цифры пароля. Кнопками ВЛЕВО и ВПРАВО подвести курсор под слово “ПАРОЛЬ”. Нажать кнопку ВВОД. Проверить, что накопительная информация удалена.

Просмотр и изменение настроек защит и автоматики. Ввод и корректировка значений уставок и программных ключей производится с помощью меню “КОНФИГУРАЦИЯ УСТАВКИ”. В этом же меню производится корректировка текущих времени и даты.

Для просмотра или изменения настроек функций защит и автоматики необходимо в главном меню перейти в кадр “300” меню

“КОНФИГУРАЦИЯ УСТАВКИ”. Нажать кнопку ВВОД. На дисплей будет выведен кадр “301”, в котором отображается слово “ПАРОЛЬ”, число “000” и дата и время последнего ввода пароля.

Для просмотра текущих настроек БМРЗ ввод пароля не требуется. С помощью кнопок ВВЕРХ, ВНИЗ можно просмотреть кадры меню “КОНФИГУРАЦИЯ УСТАВКИ”.

Изменение уставок и программных ключей возможно только после ввода пароля в кадре “301” меню УСТАВКИ” в режиме “МУ”. Для ввода пароля в режиме “МУ” необходимо войти в кадр Кнопками ВЛЕВО и ВПРАВО подвести курсор под первый разряд числа. Набрать первую цифру пароля. Набор цифры производится кнопками ВВЕРХ, ВНИЗ путем ее циклического изменения от 0 до 9. Набрать вторую и третью цифры пароля. Кнопками ВЛЕВО и ВПРАВО подвести курсор под слово “ПАРОЛЬ”. Нажать кнопку ВВОД. Если пароль введен правильно, курсор перемещается под номер кадра и номер кадра начинает мигать. При неправильном задании пароля, после нажатия кнопки ВВОД, набранное значение пароля сбрасывается, а номер кадра на экране не мигает и необходимо повторить попытку ввода пароля.

После правильного набора пароля с помощью кнопок ВВЕРХ, ВНИЗ перейти к кадру, содержащему требуемую уставку или программный ключ. Кнопками ВЛЕВО и ВПРАВО подвести курсор под уставку или программный ключ и ввести требуемое значение.

Ввод или корректировка значения уставок производится поразрядно. При установке курсора под редактируемую цифру, цифра выделяется миганием. При нажатии на кнопки ВВЕРХ или ВНИЗ значение разряда будет циклически меняться от 0 до 9.

При наборе недопустимой величины уставки перемещение курсора за уставку блокируется и в правом верхнем углу дисплея появляется знак “?”.

Для редактирования уставок, значения которых выбираются из стандартного ряда (например, скорость обмена по последовательному каналу), необходимо установить курсор под значение уставки и нажать кнопку ВВЕРХ или ВНИЗ. При этом будет выведено ближайшее большее или меньшее значение уставки.

Ключи, обеспечивающие ввод/вывод функций во включенном состоянии выделяются подчеркиванием. Например, в кадре МТЗ надпись “1” означает, что первая ступень МТЗ введена в действие. Для изменения значения программного ключа необходимо установить

курсор под названием ключа. Ввод функции (подчеркивание) осуществляется кнопкой ВВЕРХ. Блокировка функции (отмена подчеркивания) - кнопкой ВНИЗ.

Значения программных ключей могут также выбираться из списка значений. Например, в кадре третьей ступени МТЗ ключ 109 имеет значения “ЗАВИСИМАЯ” или “НЕЗАВИСИМАЯ”. Тогда нажатие указанных кнопок выводит на дисплей значение следующего или предыдущего элемента списка.

Если необходимо изменить несколько параметров настройки, необходимо подвести курсор под номер текущего кадра и повторить действия.

После окончания редактирования настроек весь массив информации следует переписать в память БМРЗ. Для этого необходимо установить курсор в начало кадра “301” и нажать кнопку ВВОД.

При этом в память БМРЗ переписываются все значения уставок и программных ключей, которые индицируются в соответствующих кадрах меню “КОНФИГУРАЦИЯ УСТАВКИ”, прекращается мигание номера кадра, что говорит о запрете дальнейшего редактирования и отмене действия пароля. Повторное редактирование возможно только после повторного ввода пароля.

Выход из меню “КОНФИГУРАЦИЯ УСТАВКИ” без изменения параметров настройки производится с помощью кнопки СБРОС.

Для установки даты и времени необходимо войти в меню “КОНФИГУРАЦИЯ УСТАВКИ” и ввести пароль. Перейти в кадр “390” и установить текущие дату и время, аналогично вводу уставок. Установить курсор под разряд единиц секунд (крайний правый). Нажать кнопку ВВОД. Для выхода из меню “КОНФИГУРАЦИЯ УСТАВКИ” нажать кнопку СБРОС.

Контроль работоспособности БМРЗ. В процессе эксплуатации работоспособность БМРЗ контролируется по индикаторной сигнализации и с помощью реле системы диагностики, для более детального анализа состояния БМРЗ может использоваться система самодиагностирования.

Замыкание контактов реле “Отказ БМРЗ” означает, что БМРЗ не имеет питания или система самодиагностики выявила неисправность, препятствующую работе МТЗ. Выходные реле БМРЗ заблокированы.

Выходной сигнал “Неиспр. БМРЗ/выкл.” означает, что система самодиагностики выявила неисправность БМРЗ, не препятствующую работе МТЗ, или неисправность выключателя. Определить характер

неисправности можно по индикаторам пульта БМРЗ или в режиме “Тест”.

Основным индикатором системы самодиагностики БМРЗ является индикатор зеленого цвета без маркировки, расположенный в верхней части пульта. В нормальном режиме индикатор горит ровным светом. При обнаружении не исправности БМРЗ индикатор мигает, при отказе - погашен.

Зажигание индикатора “НЕИСПР” свидетельствует о неисправности выключателя, а именно:

- невыполнение команд “ВКЛ” или “ОТКЛ”;
- отсутствию сигнала “Ав. ШП”;
- неопределенное состояние сигналов “РПО” и “РПВ”.

Мигание индикаторов “ВКЛ” и “ОТКЛ” означает, что на дискретные входы БМРЗ “РПО” и “РПВ” одновременно поданы сигналы одного уровня (высокого или низкого). Необходимо проверить цепи управления выключателя и квитировать сигнал “НЕИСПР. БМРЗ/выкл” нажатием кнопки СБРОС (в режиме “МУ”).

2.6. Выбор уставок защиты дальнего резервирования отказов защит и выключателей.

Расчет уставок срабатывания органа минимального напряжения. При наличии реактированных линий напряжение срабатывания ($U_{ср}$) выбирается по условию отстройки от остаточного напряжения ($U_{ост}$) при трехфазном коротком замыкании за реактором КЛ. При различных реакторах расчет должен производиться для реактора с минимальным импедансом в минимальном (допускается в нормальном) режиме по формуле:

$$U_{ср} = (0,9 \dots 0,95) \cdot U_{ост} \quad (1)$$

Напряжение срабатывания выбирается по условию статической устойчивости нагрузки

$$U_{ср} = K_n \cdot U_{сз} \quad , \quad (2)$$

где $K_n = 0,95$;

$U_{сз}$ - напряжение самозапуска, В.

Расчет уставок срабатывания по реактивным составляющим фазных токов. Расчет выполняется для максимальной реактивной нагрузки секции и пуске наиболее мощного двигателя.

$$I^p = K_n \cdot I_{нагр.макс} \cdot \sin \varphi_{нагр} \quad (3)$$

где I^p - уставка ДР по реактивным составляющим токов;

$K_n = 1,2$;

$\sin \varphi_{нагр} = 0,5$.

Проверяется коэффициент чувствительности с учетом минимальной нагрузки через защиту при к.з. в конце линии.

$$K_{\text{ч}}^{(3)} = \frac{I_{\text{кз.мин}}^{p(3)} + I_{\text{нагр.мин}}^p}{I_{\text{ср}}^p} \quad (4)$$

где $I_{\text{кз.мин}}^{p(3)}$ реактивный ток 3-х фазного к.з. в конце линии (наименьший для защищаемых линий):

$$I_{\text{нагр.мин}}^p = I_{\text{магр.мин}} \cdot \sin \varphi_{\text{нагр}} = 0,5 \cdot I_{\text{магр.мин}} \quad (5)$$

2.7. Перечень обозначений сигналов

“Аварийное отключение” Выходной дискретный сигнал аварийной сигнализации.

“Ав. ШП” - Входной дискретный сигнал “Авария шин питания”.

“АПВ” - Выходной дискретный сигнал, выдается при срабатывании АПВ

“АЧР” - Входной дискретный сигнал функции АЧР.

“Блок. АВР” - Входной дискретный сигнал “Блокировка АВР”.

“АПВ” - Входной дискретный сигнал “Блокировка АПВ” “Блок. ДР” - Входной дискретный сигнал “ДР”.

“Блок. ЗМН” - Входной дискретный сигнал ЗМН.

“Блок. МТЗ/U” - Входной дискретный сигнал блокировки ступеней МТЗ с пуском по напряжению.

“Блок. ЗСН” - Входной дискретный сигнал защиты от снижения напряжения при включении выключателя.

“Вкл” - Входной и выходной дискретные сигналы включения выключателя.

“Вкл. по АВР” Выходной дискретный сигнал включения секционного выключателя при работе АВР.

“Вкл. СВ” - Выходной дискретный сигнал функции АВР - команда включения секционного выключателя при работе АВР.

“Внеш. защита” - Дискретный вход для подключения защит, отсутствующих в БМРЭ, а также сигнал от подключенных защит.

“Выключатель включен” - Выходной дискретный сигнал индикации положения выключателя.

“Выключатель отключен” - Выходной дискретный сигнал индикации положения выключателя.

“Вызов” - Выходной дискретный сигнал вызывной сигнализации (“Вызов в ячейку”).

“ДР” - Выходной дискретный сигнал защиты дальнего резервирования.

“ЗМН” - Выходной дискретный сигнал защиты минимального напряжения.

“ЛЗШд”, “ЛЗШд1”, “ЛЗШд2” - Выходные дискретные сигналы логической защиты шин “ЛЗШ-датчик”.

“ЛЗШп”, “ЛЗШ”, “ЛЗШг 2” - Входные дискретные сигналы логической защиты шин “ЛЗШ-приемник”.

“Неиспр. БМРЗ/выкл.” - Выходной дискретный сигнал системы диагностики БМРЗ.

“Неиспр. ЛЗШ” - Сигнал неисправности ЛЗШ.

“Неиспр. ЦУ” - Выходной дискретный сигнал “Неисправность цепей управления”.

“033-1”, “033-2” - Выходные дискретные сигналы защиты (сигнализации) от однофазных замыканий на землю.

“Отказ БМРЗ” - Выходной дискретный сигнал системы диагностики БМРЗ

“Откл. 1”, “Откл. 2” - Выходные дискретные сигналы управления выключателем .

“Откл. по АВР” - Выходной дискретный сигнал отключения секционного выключателя при работе ВНР.

“Откл. СВ” - Выходной дискретный сигнал функции ВНР - команда отключения секционного выключателя при работе ВНР.

“Перегрузка” - Выходной дискретный сигнал срабатывания третьей ступе ни МТЗ.

“Программа 2” - Входной дискретный сигнал переключения на вторую программу уставок.

“Пуск I» (I»)” - Выходной дискретный сигнал “Пуск первой (второй) ступе ни МТЗ.

“Разреш. АВГ” - Входной и выходной дискретные сигналы “Разрешение работы АВР”.

“Разреш. МТЗ” - Входной дискретный сигнал “Разрешение работы МТЗ”.

“РПВ” - Входной и выходной дискретные сигналы “Выключатель включен” (“Реле подтверждение включения”).

“РПО” - Входной и выходной дискретные сигналы “Выключатель отключен” (“Реле подтверждение отключения”).

“Рфк” - Выходной дискретный сигнал “Реле фиксации команд”.

“УРОВ п1”, “УРОВ п2” - Входные дискретные сигналы “УРОВ-приемник”.

“Ускор. АВР” - Входной дискретный сигнал “Ускоренный АВР” (АВР без выдержки времени).

“УМТЗ” - Сигнал срабатывания ускоренной МТЗ.

“УРОВ” - Выходной дискретный сигнал функции резервирования отказов выключателя УРОВ.

“ЧАПВ” - Входной дискретный сигнал - пуск частотного АПВ.

УРОВ -УРОВ-приемник.

ЦП -Центральный процессор.

ЧАПВ -Частотное АПВ.

ЭППЗУ - Электрически перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство.

ЯВх - Дискретная входная ячейка.

ЯП- Ячейка входная пороговая.

ЯС- Ячейка входная счетная.

3. Порядок выполнения работы.

Порядок выполнения работы изложен в лабораторной работе №25 (п. 3).

4. Контрольные вопросы

1. Назначение устройства?
2. Функции выполняемые устройством?
3. Диапазоны уставок срабатывания защит и автоматики?
4. Как производится расчет уставок зависимой и независимой времятоковой характеристики МТЗ?
5. Как выставить:
 - 5.1 Уставки МТЗ?
 - 5.2 Уставки ТО?
 - 5.3 Уставки АПВ?
 - 5.4 Уставки АЧР?
 - 5.5 Даты и текущего времени?
6. Как произвести:
 - 6.1 Просмотр текущих значений?
 - 6.2 Просмотр журнала аварий?
 - 6.3 Просмотр журнала системы?
 - 6.4 Просмотр журнала ресурса выключателя?
 - 6.5 Просмотр показаний по учету энергии?
7. Как произвести изменения и просмотр конфигурации системы, используя подменю:
 - 7.1 Измерительный канал?
 - 7.2 Параметры защит?

7.3 Параметры автоматики АПВ?

7.4 Параметры автоматики АЧР?

7.5 Параметры внешних защит?

5. Содержание отчета:

1. Цель работы.

2. Назначение устройства.

3. Функции защит и автоматики выполняемые устройством.

4. Схема привязки устройства к измерительным трансформаторам.

5. Результаты расчетов и испытаний устройства.

Лабораторная работа № 27

Блок микропроцессорный релейной защиты SPAC 801-01.

1. Цель работы: Изучение принципа действия, технических характеристик, расчета уставок и программирования комплектного устройства защиты и автоматики типа SPAC 801-01.

2. Краткие теоретические сведения.

2.1. Назначение. Устройство SPAC 801 (далее – устройство) предназначено для выполнения необходимых функций по защите, автоматике, управлению и сигнализации линии напряжением 6-10-35 кВ.

2.2 Технические данные. Номинальный переменный ток I_n , защиты от междуфазных замыканий 1 и 5, А, защиты от замыканий на землю 0,2 и 1 А.

Напряжение питания постоянного или переменного оперативного тока, от 88 до 242 В.

Максимальная токовая защита.

Диапазон уставок	по току	по времени
- 1 ступень МТЗ ($I \gg \gg$)	$0,5 \dots 40 \cdot I_N$;	0,04...30 с;
- 2 ступень МТЗ ($I \gg$)	$0,5 \dots 40 \cdot I_N$;	0,04...300 с;
- 3 ступень МТЗ ($I >$):		
- при независимой характеристике	$0,5 \dots 5 \cdot I_N$;	0,05...300 с;
- при обратнозависимой характеристике		$0,5 \dots 2,5 \cdot I_N$;

Защита от замыканий на землю.

Диапазон уставок	по току	по времени
- 1 ступень МТЗ ($I_0 \gg \gg$)	$0,1 \dots 10,0 \cdot I_N$;	0,05...300 с;
- 2 ступень МТЗ ($I_0 >$)	$0,1 \dots 0,8 \cdot I_N$;	0,05...300 с;

2.3. Устройство и принцип работы.

Общие положения. Устройство SPAC состоит из нескольких узлов, обеспечивающих необходимые функции защиты, управления, автоматики и сигнализации.

Питание устройства производится от преобразовательного блока питания, который обеспечивает необходимые уровни напряжения для функционирования блоков устройства.

Ток от измерительных трансформаторов тока (ТА) подается на блок входных трансформаторов. В блоке трансформаторов производится гальваническое разделение цепей устройства от цепей измерительных трансформаторов и преобразование уровней входных сигнала.

лов до необходимых для работы аналого-цифровых преобразователей (АЦП) уровней. Устройство может быть подключено к измерительным ТА по трехфазной, двухфазной или однофазной схеме.

Преобразованные сигналы от блока трансформаторов поступают на вход измерительного блока, где производится их обработка.

Измерительный блок выполняется в виде самостоятельного устройства на микропроцессорной элементной базе. Он имеет независимую систему самоконтроля, которая обеспечивает высокую надежность блока благодаря постоянному контролю аппаратной и программной части. Блок обеспечивает преобразование сигналов от промежуточных трансформаторов в последовательность двоичных кодов и сравнение их с уровнем уставок. В случае превышения уставки в регистры памяти записываются параметры аварийного режима, и формируется логический сигнал, который поступает на вход блока управления. На вход блока управления поступают также логические сигналы от блоков входов, которые обеспечивают прием внешних сигналов и гальваническую развязку. Устройство обеспечивает прием до 16 логических сигналов двумя блоками. Назначение входов строго фиксировано и определяется функциями управления и защиты.

Блок управления производит обработку поступающих на его входы сигналов по заранее определенному алгоритму. Алгоритм обработки может быть изменен пользователем с помощью программных переключателей, которые определяют различное действие входных воздействующих сигналов на выходные цепи (действие на сигнализацию или отключение и т. п.). Блок управления формирует сигналы срабатывания выходных реле сигнализации и отключения.

Сброс светодиодной сигнализации и выходных сигнальных реле производится кнопкой "сброс/шаг", расположенной на блоке управления и на измерительном блоке.

Блок выходных реле обеспечивает прием команд от блока управления и срабатывание реле управления и сигнализации. Микропроцессорная часть устройства производит постоянный контроль состояния выходных реле, обеспечивая высокую готовность к действию. Предусмотрены меры, исключаящие самопроизвольное срабатывание выходных реле.

Блок управления содержит: микро-ЭВМ, постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), энергонезависимое ОЗУ (РПЗУ), узел индикации (светодиоды и четырехразрядный дисплей) и элементы управления (кнопки "про-

грамм" и "сброс/шаг"), системы самоконтроля и ряд других элементов для функционирования блока. Структурная схема представлена на Рис. 27.1.

Блок входных трансформаторов конструктивно состоит из платы, на которой располагаются промежуточные трансформаторы тока. Первичные цепи трансформаторов подключаются к разъему токовых цепей, а сигналы от вторичных обмоток подаются на промежуточную плату, на которой располагаются элементы нагрузки вторичных цепей, обеспечивающие необходимые уровни вторичных сигналов.

Промежуточные трансформаторы тока защиты от междофазных замыканий выполняются на номинальный ток 5А.

Трансформаторы тока защиты от замыканий на землю выполняются на номинальные токи 1А и 0,2А. При подключении их к трансформаторам тока нулевой последовательности (типа ТЗЛМ, ТЗЛ и др.) обеспечивается наименьшее значение первичного тока срабатывания порядка 0,5 А.

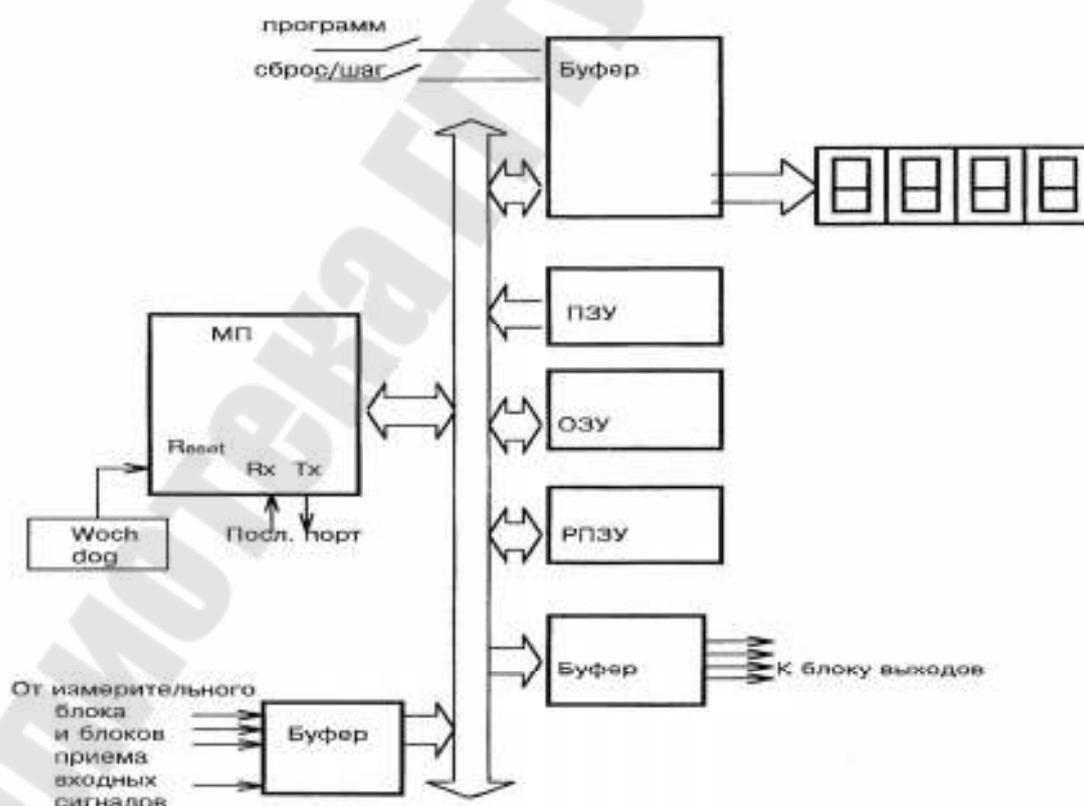


Рис. 27.1 Блок управления

Блок входов. Устройство содержит два блока входных сигналов по восемь в каждом блоке. Блок разделен на три изолированные группы, одна из которых состоит из пяти приемных сигналов, другая - из двух и последняя - из одного сигнала. Это позволяет подключать устройство к разным цепям оперативного питания. При необходимости питание групп можно объединять. Входные цепи отделены от внутренних цепей устройства оптоэлектронными преобразователями, обеспечивающими необходимый уровень изоляции.

Предусмотрены меры, исключающие ложное срабатывание входных цепей при замыканиях на землю в сети оперативного тока. Напряжение активного уровня сигнала, необходимого для срабатывания по входу, составляет не менее 0,6 номинального напряжения питания устройства.

Блок выходов. Устройство содержит два блока выходных реле по восемь реле в каждом. Блок выходов имеет три мощных реле, максимальный ток отключения которых не более 1 А при постоянном напряжении 220 В, позволяющих воздействовать на электромагниты выключателя. В состав этого блока входят еще четыре менее мощных реле для действия на цепи сигнализации и автоматики, а также двухпозиционное реле фиксации команд. Назначение выходов строго фиксировано.

Реле "неисправность" при поданном напряжении оперативного питания находится в подтянутом состоянии и возвращается в обесточенное состояние при обнаружении системой самодиагностики неисправности в устройстве или при потере оперативного питания. При этом подается сигнал во внешние цепи сигнализации о неисправности устройства.

Блок содержит также восемь реле, предназначенных для воздействия на цепи сигнализации и автоматики.

Блок питания обеспечивает необходимые уровни напряжения для функционирования различных блоков устройства. Он имеет индикатор зеленого свечения $U_{\text{пит}}$, выходящий на лицевую плиту, который сигнализирует о нормальной работе блока. Здесь же указывается диапазон рабочих напряжений блока питания устройства. Блок предназначен для работы от постоянного или выпрямленного переменного оперативного тока напряжением 110 или 220 В. При этом гарантируется нормальная работа устройства в диапазоне от 88 до 242 В.

Блок обеспечивает стабилизированные уровни напряжения ± 12 В, +24 В и нестабилизированное напряжение 8 В, которое подается в измерительные блоки и блок управления для питания стабилизаторов 5 В. Напряжение ± 12 В используется для питания измерительных блоков. Источник напряжения +24 В используется для питания обмоток выходных реле.

Описание функциональной схемы устройства. Функциональная схема устройства приведена на Рис. 27.3, где показана взаимосвязь между блоком управления и другими блоками, входящими в состав устройства. Здесь же показано назначение входов и выходов для связи с внешними устройствами. Устройство обеспечивает:

- обмен информацией с верхним уровнем АСУ ТП;
- местное или дистанционное управление выключателем;
- регистрацию аварийных параметров;
- гибкую программируемую логику;
- блокирование от многократных включений выключателя;
- двукратное автоматическое повторное включение выключателя (АПВ);
- формирование сигнала УРОВ при отказе выключателя;
- ускорение действия второй ступени МТЗ;
- предупредительную и аварийную сигнализацию действия защит и автоматики;
- контроль исправности цепей управления выключателя;
- постоянный самоконтроль аппаратной и программной части устройства;
- прием входных сигналов от внешних устройств количеством не более 16;
- управление выходными реле с количеством не более 16;
- формирование сигнала запрета АПВ от защит и внешних сигналов;
- подсчет количества попыток АПВ.

Входные сигналы блока управления. Входными сигналами для блока управления являются сигналы от измерительного блока защиты, а также от блоков приемных цепей.

Блок защиты выдает логические сигналы о срабатывании ступеней защит, которые на схеме обозначаются как TS1, TS2, TS3, SS1, SS2, SS3. Программные переключатели в блоке защиты устанавливаются таким образом, чтобы было обеспечено следующее назначение сигналов:

TS1- сигнал срабатывания ступени $I >$ (перегрузка по току);
TS2- отключение выключателя от защит;
TS3- срабатывание ступеней защит с действием на предупредительную сигнализацию;
SS1- пуск МТЗ;
SS2 - действие защиты от замыканий на землю на сигнал;
SS3 - запрет АПВ от защит.

Наличие входных сигналов можно проконтролировать с помощью светоиндикаторов блока в режиме индикации входов. В этом случае свечение светодиода свидетельствует о поданном напряжении на вход устройства (срабатывании приемного реле), в противном случае - об отсутствии входного сигнала. Исключение составляет вход для блокирования защит, где сделана инверсия входа для реализации комбинированного пуска защит при снижении напряжения (замыкание контакта реле напряжения при снижении контролируемого напряжения).

Выходные реле. Блок управления взаимодействует с двумя блоками выходных реле, в каждом из которых содержится по 8 реле. В минимальной конфигурации может поставляться один блок со следующими функциями реле:

- реле отключения выключателя (1 н.о. контакт);
- реле включения выключателя (1 н.о.);
- реле пуска УРОВ (1 н.о.);
- пуск МТЗ (для защиты шин, 1 перекл.);
- реле фиксации команд (РФК. 1 перекл. и 1 н.о.);
- реле предупредительной сигнализации (1 перекл.);
- реле неисправность (1 перекл. и 1 н.о.);
- срабатывание защит (1 перекл.).

Работа выходных реле контролируется системой самодиагностики, и действие их блокируется при обнаружении неисправности.

АПВ. Устройство предусматривает два цикла АПВ, причем АПВ первого цикла выполняется с выдержкой времени, регулируемой в диапазоне 0,5...20 с, а второго цикла - с выдержкой времени 20... 120 с.

Схема АПВ имеет время подготовки $t_{\text{гот}}$ порядка 25-30 с, отсчитываемой с момента перехода выключателя во включенное состояние (после срабатывания РПВ). Выдержка времени обнуляется при появлении сигнала запрета АПВ и отключении выключателя.

Разрешение ввода АПВ производится внешним ключом "ввод АПВ". Пуск схемы АПВ формируется при аварийном отключении выключателя, при котором состояние реле РПО не соответствует последней поданной команде, которая фиксируется РФК (цепь несоответствия), при этом АПВ производится, если набрана выдержка времени и нет сигналов запрета АПВ от защит и внешних устройств. Сигнал запрета АПВ формируется при срабатывании:

-УРОВ;

-команды "отключить";

-защит с запретом АПВ (устанавливается в измерительном блоке программированием переключателей с действием на SS3).

Устройство SPAC 801 обеспечивает подсчет количества попыток АПВ, хранящегося в регистрах памяти и доступного для считывания.

Частотное АПВ. При приеме сигнала АЧР (от контакта реле или шинки ШАЧР) производится отключение выключателя либо с последующим ЧАПВ, либо без ЧАПВ. Выбираемая функция зависит от положения переключателя SG2/5. При SG2/5=0 отключение производится без последующего ЧАПВ, а при SG2/5=1 обеспечивается отключение с последующим ЧАПВ после возврата воздействующего сигнала АЧР. Выдержка времени ЧАПВ 1чавп, регулируемая в диапазоне 0,5...20 с, позволяет произвести разновременное включение выключателей после действия АЧР для снижения нагрузки на аккумуляторную батарею.

Вход АЧР выделен в отдельную изолированную группу, позволяющую подключать устройство к шинкам оперативного тока ШАЧР без промежуточного реле.

Защита от замыканий на землю. Действие защиты от замыканий на землю может быть запрограммировано с действием, как на сигнал, так и на отключение. В последнем случае программные ключи, расположенные в измерительном блоке, программируются с действием на выход TS2. Необходимая выдержка времени действия защиты устанавливается также в измерительном блоке. Для действия защиты на сигнал необходимо программные ключи, определяющие работу ступеней защиты, запрограммировать с действием на выход SS2. Прохождение сигнала в блоке управления зависит от состояния пе-

реклачателя SG3/6. При $SG3/6=0$ выходной сигнал SS2 вызывает срабатывание выходного реле предупредительной сигнализации, а также сигнализацию срабатывания в блоке управления. При этом, кроме сигнализации в измерительном блоке, обеспечивается светодиодная сигнализация в блоке управления и замыкание выходного реле "срабатывание защит". При $SG3/6=1$ сигнал от измерительного блока SS2 действует на выходное реле отключения от защит КЗ без выдержки времени, а на реле К4 этого же блока - с выдержкой времени порядка 0,5 с. Данная цепь может использоваться для организации отдельного канала отключения от защит с использованием менее мощных выходных реле. Для этого в измерительном блоке на выход SS2 заводится необходимый канал защиты с выдержкой времени, а контакты выходных реле используются в схемах отключения присоединений.

Цепи дуговой защиты в устройстве предназначены, в основном, для сигнализации поврежденной ячейки КРУ, однако предусматривается и действие на отключение. Вход от датчика дуговой защиты позволяет производить подключение устройства к изолированным шинкам $\pm ШУ_{дуг}$ или принимать сигнал от контакта. Возможно три варианта организации цепей дуговой защиты: с использованием внешнего сигнала пуска защиты "блокировка защит" (по напряжению), с использованием пуска дуговой защиты по току или без пуска.

Цепи отключения. Действие на выходное реле отключения предусмотрено двух видов: сигнал отключения с фиксацией ("защелкой") и без фиксации. Введение "защелки" не позволяет производить включение выключателя без вмешательства дежурного персонала и без осмотра оборудования. Действие "защелки" устанавливается переключателем в блоке управления SG1/7. "срабатывание защит", обеспечивая сигнализацию дежурному персоналу. Действие на отключение и схему АПВ задается переключателями SG1/6 и SG2/2. Следует отметить, что пуск дуговой защиты от цепей напряжения может быть выполнен во внешней схеме вне устройства. В этом случае на вход устройства приходит сигнал от датчика дуговой защиты с пуском от защит, а переключатель SG3/1 должен быть установлен в 0. Аналогичное действие на внутреннюю логику производится при $SG3/1=0$, а $SG3/2=1$. В этом случае пуск дуговой защиты производится по току при наличии сигнала SS1 от измерительного блока.

На выходное реле отключения действуют сигналы:

- от измерительного блока (TS2);
- газовой защиты;
- внешнего отключения;
- ускорения;
- от ключа "отключить";
- от АЧР;
- от противоаварийной автоматики;
- дуговой защиты.

Отключение от противоаварийной автоматики и дуговой защиты вводится при помощи программных ключей (см. выше).

Сигнал отключения от АЧР и противоаварийной автоматики (ШМН) подается в цепи отключения кратковременно при длительном наличии их на входе устройства SPAC. Это дает возможность в случае необходимости произвести включение выключателя, несмотря на срабатывание автоматики.

"Защелка" отключающего сигнала обеспечивается для следующих цепей:

- действие от защит (TS2);
- внешнее отключение.

Сброс "защелки" производится нажатием кнопки "сброс" на блоке управления при темном дисплее.

При действии реле отключения обеспечивается подхват отключающего импульса до полного отключения выключателя (срабатывания РПО), в противном случае выходное реле отключения непрерывно замкнуто и подается напряжение на соленоид отключения. Предусматривается возможность деблокировки отключающего импульса нажатием кнопки "сброс" на блоке управления.

Цепи включения. Включение выключателя производится устройством при помощи реле, контакты которого, обеспечивают включающий импульс в течение времени 1с. На включение выключателя воздействуют две цепи: от схемы АПВ (ЧАПВ) или от ключа управления "включить". На прерывание включающего импульса воздействует схема блокировки от многократных включений. Включение выключателя производится при включенном автомате питания цепей включения (ШП). Это сделано для сохранения работоспособности выходного реле "включить" при попытке включения выключателя при отсутствии питания на соленоиде включения. Отсутствие сигнала от блок-контакта автомата ШП более 10с. приводит к работе реле предупредительной

сигнализации и свечению светодиода "неисправность цепей управления".

Исправность выходного реле контролируется системой самодиагностики и в случае обнаружения обрыва или ложного срабатывания подается сигнал "неисправность" с указанием кода неисправности.

Контроль цепей управления. Контроль исправности цепей включения и отключения производится встроенными элементами "реле положения включено" (РПВ) и "реле положения отключено" (РПО). Если электрическая связь через блок-контакт и катушки управления существует, то реле срабатывает, в противном случае - реле остается в несработавшем состоянии. При нахождении их в одном состоянии загорается светодиод "неисправность цепей управления" через время порядка 10 с. и срабатывает выходное реле предупредительной сигнализации.

Режимы управления. При работе устройства с системой управления верхнего уровня АСУ ТП, для исключения конфликтных ситуаций при управлении, предусмотрен ключ перевода режима управления "местное-дистанционное". При установке ключа в положение "местное" управление выключателем производится только от выносных ключей управления, расположенных на двери ячейки КРУ или в другом месте. Доступ устройства для АСУ ТП при этом сохраняется, но не для управления. Перевод в положение "дистанционное" обеспечивает управление через шину передачи данных от АСУ ТП с запретом управления от ключей управления.

Цепи сигнализации. Сигнализация устройства обеспечивается выходными реле и индикацией на светодиодах и четырехразрядных дисплеях в измерительном блоке и блоке управления.

Блок управления своими светодиодными индикаторами сигнализирует о срабатывании различных защит. Сигнализация выполнена на триггерном принципе. Некоторые из светодиодов имеют двойное назначение, например: действие АЧР и противоаварийной автоматики индицируется одним светодиодом VD6, действие АПВ - VD7.

На лицевой панели блока управления восемь светодиодных индикаторов показывают действие следующих каналов защиты:

- отключение от защит;
- ускорение защит;
- внешнее отключение;

- защита от замыканий на землю;
- дуговая защита;
- автоматика (АЧР/ШМН);
- АПВ;
- неисправность цепей управления.

Все перечисленные сигналы выполняются с "памятью", т.е. фиксируются в энергонезависимой памяти и при подаче питания на устройство могут быть восстановлены в режиме регистрации, воспроизводя сигнализацию блока при аварийной предыдущей ситуации. Это значительно облегчает разбор при тяжелых случаях аварии.

Измерительный блок обеспечивает сигнализацию пусков и срабатываний ступеней токовых защит без "памяти". Снятие сигнализации производится кнопкой "сброс/шаг" на передней лицевой панели блока управления и измерительного блока. Для объектов без обслуживающего персонала предусмотрен автоматический сброс сигнализации при успешном АПВ, что определяется положением переключателя SG1/4 в блоке управления. При обнаружении неисправности в блоке защиты системой самодиагностики выдается сигнал, который приводит к возврату выходного реле "неисправность", нормально подтянутого при исправном устройстве.

На это же реле воздействует сигнал при обнаружении неисправности в самом блоке управления. Реле "неисправность" своими контактами подает предупредительный сигнал в схему центральной сигнализации и на загорание сигнальной лампы на двери ячейки КРУ.

Реле предупредительной сигнализации срабатывает с выдержкой времени порядка 10 с переключающим контактом при действии:

- противоаварийной автоматики (SG3/5);
- неисправности датчика дуговой защиты;
- функционального контроля;
- схемы контроля цепей управления;
- защиты от замыканий на землю, переведенной на сигнал (SG3/6);
- перегрузки;
- предупредительного сигнала TS3.

Выходное реле предупредительной сигнализации может быть применено в режимах работы, которые задаются программными переключателями SG3/7 и SG3/8:

	длит	1 сек	10 сек	длит
SG3/7	0	1	0	1
SG3/8	0	0	1	1

Использование таких режимов позволяет в ряде случаев отказаться от реле импульсной сигнализации (РИС).

Реле "аварийное отключение" срабатывает при аварийном отключении выключателя.

Режимы работы реле задаются программными переключателями SG3/3 и SG3/4:

	длит	1 сек	10 сек	длит
SG3/3	0	1	0	1
SG3/4	0	0	1	1

Реле "срабатывание защит" длительно срабатывает при действии любого из восьми светоиндикаторов блока управления, а также при действии перегрузки и предупредительного сигнала ТЗЗ. Сигнализация положения выключателя производится при помощи двухпозиционного реле РФК. Для размножения контактов РФК предусмотрено реле - повторитель РФК, выполненное на обычном промежуточном реле без сохранения положения при потере питания.

Сигнализация действия перегрузки производится реле с одним нормально открытым контактом.

Индикация. При нормальной работе устройства светится один зеленый светодиод блока питания. При аварийных режимах устройство сигнализирует о действии различных защит свечением светодиодов на блоке управления и измерительном блоке. Каждому светодиоду соответствует определенный канал защиты, что указывается на лицевых плитах блоков. Кроме сигнализации каналов отключения и автоматики, блок управления обеспечивает индикацию уставок, состояния переключателей, входных и выходных реле, а также индикацию регистрируемых данных. Для индикации уставок необходимо нажать кнопку "сброс/шаг" на 1с. При поочередном нажатии будут высвечиваться уставки по времени ($t_1...t_5$) и контрольные суммы групп переключателей SG1, SG2, SG3.

Регистрируемые данные. В элементах памяти, так называемых регистрах (от 1 до 9), хранится различная информация об устройстве.

Нажатие кнопки "сброс/шаг" приводит к индикации на светодиодах состояния входных реле основного блока, а на дисплее - "1 INP". Свечение светодиода свидетельствует о сработавшем состоянии реле. При дальнейшем нажатии индицируется состояние другого блока входных сигналов, затем блоков выходов. Цифра "5" первого индикатора показывает состояние индикации во время аварийной последней ситуации. Количество попыток АПВ индицируется при следующем шаге (регистр "6"). При свечении индикатором цифры "7" показывается номер выходного блока реле и номер последнего сработавшего реле в этом блоке. Например, появление на индикаторе в седьмом регистре цифр "7 2 5" означает, что во время аварийной последней ситуации сработало последним пятое реле второго (дополнительного) блока (К2.5). В подрегистрах (при нажатии кнопки "программ" на 1 с) при мигающей первой цифре "1" указывается номер предпоследнего реле и т. д. до пяти.

При мигающей цифре "5" при этом показывается общее число сработавших реле при последней аварии.

Примечание. К аварийной ситуации относится любое событие с появлением индикации.

Из регистра "0" возможен выход в режим тестового контроля.

Задание уставок. Уставки устройства задаются в измерительном блоке и блоке управления. В измерительном блоке задаются уставки ступеней токовых защит и их выдержки времени, а также программируется логика работы защит программными переключателями. Значения переключателей и уставок сохраняются при снятии питания. В блоке управления процесс задания уставок включает в себя программирование необходимых выдержек времени для каналов защит и автоматики и переключателей. Всего предусмотрено пять выдержек времени:

- t1- выдержка времени УРОВ (0,1...1с);
- t2- выдержка времени цепи ускорения (0,1... 1,5 с);
- t3- выдержка времени АПВ первого цикла (0,5...20 с);
- t4- выдержка времени АПВ второго цикла (20... 120 с);
- t5- выдержка времени ЧАПВ (0,5...20 с).

Установка необходимой уставки производится при помощи кнопок управления с отображением на четырехразрядном дисплее.

Выставление уставок. Для входа в режим выставления уставок необходимо нажатием кнопки "сброс/шаг" на время 1с выбрать необходимую уставку, о чем свидетельствует свечение соответствующего светодиода на лицевой плите блока. Ниже в таблице приводится процесс обращения с кнопками в режиме меню при выставлении уставок, программных переключателей, а в приложении 4 приводится Рис. меню.

На цифровом дисплее зелеными цифрами показываются значения параметров канала. Последовательность операций при смене уставок следующая.

1. Выбрать необходимый канал сменяемой уставки по времени нажатием кнопки "сброс/шаг".

2. Нажать кнопку "программ" на время 5 с до мерцания всех индикаторов дисплея.

3. Нажать кнопку "программ" на время 1с, пока не начнет мерцать крайняя правая цифра дисплея.

4. Кнопкой "сброс/шаг" установить требуемое значение последней цифры уставки.

5. Нажать кнопку "программ" на время 1с, пока не начнет мерцать вторая справа цифра дисплея.

6. Аналогично установить остальные цифры уставки .

7. Нажать кнопку "программ" на время 1с, пока не начнет мерцать точка. При необходимости нажатием кнопки "сброс/шаг" установить точку на нужное место.

Таблица 27.1

Обращение с кнопками в режиме меню при выставлении уставок

<i>Осуществляемая операция</i>	<i>Кнопка</i>	<i>Действие</i>
Движение вперед на один шаг	СБРОС/ШАГ	Нажатие на 1 с
Быстрое движение вперед в главном меню	СБРОС/ШАГ	Держать нажатой
Движение назад в главном меню	СБРОС/ШАГ	Нажатие меньше 0,5с
Вход в субменю из главного меню	ПРОГРАМ	Нажатие на 1 с (действует при отпускании)
Возврат в главное меню из субменю	ПРОГРАМ	Нажатие на 5 с
Вход и выход в режим уставок		
Увеличение величины уставки	СБРОС/ШАГ	
Движение курсора в режиме уставок	ПРОГРАМ	Нажать на 1 с
Запись уставки	СБРОС/ШАГ ПРОГРАМ	Нажать одновременно

Сброс запомненных величин	СБРОС/ШАГ ПРОГРАМ	<i>Не действует в режиме выставления уставок!</i>
Сброс защелки выходных реле	СБРОС	Нажать один раз при темном дисплее

Нажать кнопку "программ" до мигания всех цифр дисплея. Одновременным нажатием кнопок "программ" и "сброс/шаг" записать в память новую уставку. В момент записи на дисплее появляются символы "---". Попытка установить значение уставки, выходящее за границы диапазона уставок, приводит к сохранению старого значения.

Программирование внутренней конфигурации. Задание внутренней конфигурации осуществляется переключателями SG1, SG2, SG3. Каждая группа содержит восемь переключателей. Нормально на экране высвечивается контрольная сумма группы переключателей. Последовательность операций при установке значений программируемых переключателей приводится ниже.

1. Выбрать необходимую группу программируемых переключателей нажатием кнопки "сброс/шаг".
2. Нажать кнопку "программ" на время 5с. до мерцания всех индикаторов дисплея.
3. Нажать кнопку "программ" еще раз, при этом на экране появляется значение первого переключателя. Левая зеленая цифра показывает номер переключателя, крайняя правая - его положение.
4. Значение переключателя может быть установлено в 0 или 1 нажатием кнопки "сброс/шаг".
5. Нажать кнопку "программ".
6. Аналогично установить значения остальных переключателей.
7. После установки значений всех переключателей нажать кнопку "программ". При отпускании на дисплее мерцающими цифрами будет показана новая контрольная сумма группы переключателей.
8. Одновременным нажатием кнопок "программ" и "сброс/шаг" записать в память новые значения переключателей. В момент записи на дисплее появляются "---".

Индикатором состояния групп переключателей служит контрольная сумма, которая отображается на дисплее. Правильность выставления переключателей проверяется сравнением ее значения со значением, найденным при вычислении. Каждому переключателю соответствует весовой коэффициент, равный степени числа 2. Для переключателей, установленных в 1 эти числа суммируются, и полученная сумма сравнивается с контрольной. Если обе суммы равны, то переключатели выставлены правильно.

Пример расчета контрольной суммы.

Номер	Вес	Положение	Величина
SG1/1 1	·	1	= 1
SG1/2 2	·	0	= 0
SG1/3 4	·	1	= 4
SG1/4 8	·	0	= 0
SG1/5 16	·	0	= 0
SG1/6 32	·	0	= 0
SG1/7 64	·	1	= 64
SG1/8 128	·	0	= 0
Контрольная сумма			69

Назначение переключателей приведено в таблицах 2, 3, 4 паспорта устройства.

Система самодиагностики и функциональный контроль. Устройства, выполненные на микропроцессорной элементной базе, позволяют производить постоянный контроль программной и аппаратной части, повышая степень готовности оборудования к действию. Наличие команд "включить" и "отключить" более 10 с (залипание контактов ключа) приводит к срабатыванию реле предупредительной сигнализации и светодиода "неисправность цепей управления". При обнаружении неисправности системой самодиагностики измерительного блока и блока управления на первом (красном) индикаторе цифрового дисплея высвечивается цифра 1, а на зеленых индикаторах - код неисправности. Перечень кодов приведен в таблице 27.2.

Таблица 27.2

Перечень кодов ошибки.

Код неисправности	Тип ошибки
4	Неисправность выходных реле (не срабатывание)
5	Неисправность выходных реле (ложное срабатывание в P1432)
6	Неисправность выходных реле (ложное срабатывание в P1442)
30	Неисправность памяти программ (ROM)
50	Неисправность оперативного запоминающего устройства (RAMI)
60	Неисправность оперативного запоминающего устройства (RAME)
51	Энергонезависимое ОЗУ (EEPROM) блок 1 неисправен
52	Энергонезависимое ОЗУ (EEPROM) блок 2 неисправен
53	Энергонезависимое ОЗУ (EEPROM) блок 1 и 2 неисправен
54	Энергонезависимое ОЗУ (EEPROM) блок 1 и 2 с различными контрольными суммами
56	Ключ EEPROM неисправен. Переформатировать, записав "2" в переменную V167.

Тестовый контроль. Для проверки устройства при выводе присоединения из работы может быть проведена ускоренная тестовая

проверка с опробованием основных каналов защиты и автоматики. При тесте контролируется правильная реакция устройства на заранее заложенные тесты с проверкой по сигнализации и выходным реле. Тестовый контроль измерительного блока и блока управления производится отдельно.

Таблица 27.3

Перечень заложенных тестов

№	Проверяемый канал	Индикация блока L2210	Срабатывают выходные реле	Работа сигнализации
1	неисправность устройства	неиспр.	неиспр.	предупр.звук. (лампа "сраб. защит")
2	отключение от защит при неуспешном АПВ	АПВ откл от защит	откл, вкл, рпв, рпо, сраб. защит, авар. Откл.	авар. Звук, лампа "сраб. защит" мигание
3	работа дуговой защиты	дуг. Защита	откл, авар, откл, сраб. защит	---"
4	откл. от автоматики	автоматика	откл, авар, откл, сраб. защит	---"
5	внешнее отключение	внешнее отключение	откл, авар. откл сраб. защит	---"
6	откл. от газов, защиты	АПВ (газовая)	откл, авар. откл, сраб. защит	---"
7	газ. Защита на сигнал	АПВ (газовая) через 10с	предупр. сигн. сраб. защит	предупр. звук, лампа "сраб. защит"
8	отключение от АЧР	автоматика	откл, авар. Откл сраб. защит	авар, звук, лампа "сраб. защит", мигание
9	срабатывание земляной защиты	земляная защита	сраб. защит, предупр. сигн	предупр. звук. Лампа "сраб. защит"
10	обрыв цепей управления	неиспр. цепей управления через 10с	сраб. защит, РПО, авар, откл., предупр. сигн.	---"
11	ускорение защит при включении	ускорение	вкл, откл, РПВ, РПО, РФК, авар, откл, сраб. защит, УРОВ, блок, защиты шин	авар, звуковой лампа "сраб. защит" мигание
12	блокировка от многокр. включений.	откл. от защит	вкл (кратковр), РПО, откл, авар, откл, РПВ, РФК, УРОВ, сраб. защит	авар. звук, лампа сраб. защит", мигание

Примечание: 1. положение программных переключателей соответствует указанным в таблице 27.7.

При проведении тестового контроля измерительного блока производится имитация срабатывания ступеней защит и пусков измери-

тельных органов с действием через блок управления на выходные и сигнальные реле в соответствии с логикой работы устройства. При проведении тестового контроля блока управления проверяется действие различных каналов защит и автоматики при различных входных сигналах и режимах. Перечень заложенных тестов блока управления и ответная реакция на них приведены в таблице 27.6.

Таблица 27.4

Положение программных переключателей

номер переключателя	1	2	3	4	5	6	7	8
SG1	1	1	0	0	1	1	0	1
SG2	1	1	1	1	0	0	1	0
SG3	1	0	0	0	0	0	0	0

Вход в режим теста производится из регистра 0. При нажатии на 5 с кнопки "программ" на дисплее появляется цифра "1" - первый тест. Для проведения теста следует нажать кнопку "сброс/шаг", при этом проявляется действие теста. При отпускании кнопки действие прекращается. Все другие тесты проводятся при одновременном нажатии кнопок "сброс/шаг" и "программ.". Переход к другому тесту - кнопкой "программ". Перед началом любого теста можно подать команду на включение выключателя. При тестовой проверке предусматривается работа выходных реле, поэтому следует соблюдать меры предосторожности при возможном отключении выключателя.

2.7 Подготовка к работе и указания по эксплуатации.

Подготовка устройства к работе сводится к проверке сопротивления изоляции, выставлению и проверке уставок, а также тестовой проверке устройства.

Эксплуатация и обслуживание устройств должны производиться в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей" и техническим описанием и инструкцией по эксплуатации на устройство. При эксплуатации устройства рекомендуется не реже одного раза в три-пять лет производить осмотр и при необходимости проверку основных параметров. Проверку взаимодействия измерительных блоков и логических цепей (тестовая проверка) рекомендуется производить с действием на выходные реле, совмещая проверку с отключением присоединения.

Рекомендуется периодически сравнивать показания токов в измерительном блоке с другими приборами, косвенно оценивая работоспособность измерительной части устройства.

Контроль сопротивления изоляции устройства и проверка электрической прочности изоляции испытательным напряжением (не более 1600В) должна проводиться в холодном состоянии при закороченных зажимах, относящихся к каждой электрически независимой цепи. Производится проверка прочности изоляции независимых различных групп цепей относительно корпуса (заземляющего винта) и между собой.

Проверка уставок срабатывания и коэффициентов возврата измерительных органов МТЗ устройства должна производиться при плавном изменении тока на входах устройства. В качестве указателя срабатывания должны использоваться загорающиеся при этом цифры дисплея на лицевой панели измерительного блока, или контакты выходных реле устройства. Проверяемые параметры должны определяться как среднеарифметические по результатам проведенных измерений.

Не рекомендуется длительное обтекание током более $4 \cdot I_n$.

Проверка тока срабатывания и возврата ступеней защиты МТЗ.

а) установить необходимые уставки ступеней защит измерительного блока;

б) подать регулируемый ток от постороннего источника питания на любую из фаз, или все вместе;

в) плавно повышая ток, добиться срабатывания пуска ступени до появления кода на дисплее измерительного блока (нечетные цифры от 1 до 9);

г) проверка тока возврата производится при плавном снижении входного тока, с фиксацией величины тока возврата в момент погасания кода на дисплее.

Проверка тока срабатывания и возврата защиты от замыкания на землю.

Проверка производится срабатыванием по первичному току при подключенных вторичных цепях трансформатора тока нулевой последовательности (ТТНП) к клеммам X0:25 - X0:26 (1 А). При установке уставки первичного тока срабатывания защиты следует учесть, что значение уставки дается в процентах от номинального тока защиты (1 А). С учетом коэффициента трансформации ТТНП, уставка 10%, выставленная по индикатору измерительного блока, будет соответствовать первичному току замыкания

на землю примерно в 2,7 А. Необходимая величина уставки в процентах находится методом пропорций:

$$X = \frac{I_{\text{уст.пер}}(A)}{0,27} \%,$$

где $I_{\text{уст. пер}}$ - уставка по первичному току (А).

Если необходима величина уставки первичного тока менее 2,7 А, то подключением ко входу устройства с номинальным током 0,2 А (X0:27) можно добиться первичного тока срабатывания в пять раз меньше. Длительно допустимый *первичный ток* замыкания на землю, при котором устройство сохраняет работоспособность без перегрева токовых цепей, не менее 35 А и 100 А соответственно при номинальном токе устройства 0,2 А и 1 А.

Проверку времени срабатывания ступеней защит, действующих на отключение, следует проводить при выставленных уставках по току и по времени срабатывания, совмещая подачу тока (с кратностью 1,3 к уставке) с пуском миллисекундомера. Проверка времени действия защиты от замыканий на землю, переведенной на сигнал, производится подачей тока в цепи защиты. Проверка времени возврата производится при сбросе тока до нуля. Времена срабатывания и возврата определяются как максимальные по результатам проведенных измерений. Интервал времени между двумя последовательными измерениями должен быть не менее 1 с.

Проверка взаимодействия измерительных органов и логических цепей должна осуществляться имитацией сигналов срабатывания измерительных органов путем перевода измерительного блока в режим тестовой проверки и одновременной подаче логических сигналов на блоки входов. Контроль выходной реакции устройства, являющейся результатом взаимодействия измерительных органов и логических цепей, должен осуществляться путем контроля состояния всех контактов выходных реле.

2.8. Описание действия устройства

Защита от междуфазных замыканий может работать в одно-, двух и трехфазных исполнениях. Защита состоит из трех ступеней: первой ($I \gg \gg$), второй ($I \gg$) и третьей ($I >$). Ступени запускаются, когда ток одной или нескольких фаз превысит величину уставки соответствующей ступени. При запуске ступеней начинается отсчет выдержки времени и появляется соответствующий код на дисплее. По истечении времени, определяемом уставкой по времени срабатывания, происходит срабатывание защиты. Благодаря уста-

новке программных переключателей сигналы могут выдаваться на требуемые выходные реле. Действие второй и третьей ступеней защиты может быть заблокировано сигналами BS1, BS2 или RRES (BS3). Третья ступень имеет независимую и обратозависимые характеристики срабатывания: четыре типа обратозависимых характеристик, две характеристики специального типа. Вид характеристики срабатывания устанавливается переключателями SGF1/1-3.

Обратозависимые характеристики срабатывания действуют при уставках по току срабатывания в диапазоне $(0,5, \dots, 2,5) \cdot I_N$. При обратозависимых характеристиках уставка по току срабатывания третьей ступени, большая $2,5 \cdot I_N$, будет приниматься равной $2,5 \cdot I_N$.

Если для второй ступени выставить уставки по току срабатывания из нижней области значений, блок может использоваться для двухступенчатой защиты от перегрузки. Для второй ступени может устанавливаться автоматическое удваивание уставки по току срабатывания при включении защищаемого объекта. Благодаря этому возможна отстройка от бросков тока. Ситуация запуска определяется, когда фазный ток возрастает с $0,12 \cdot I >$ до значения, превышающего $1,5 \cdot I >$ быстрее, чем за 60 мс. Ситуация запуска проходит, когда ток снижается до $1,25 \cdot I >$.

При срабатывании защиты может устанавливаться защелка, благодаря которой сигнал на отключение не сбрасывается при возврате защиты. Сброс осуществляется одновременным нажатием кнопок RESET, PROGRAM. С помощью программных переключателей первая и вторая ступени могут быть выведены из работы. При этом на дисплее вместо соответствующих уставок показываются символы "---". Действие третьей ступени при обратозависимых характеристиках срабатывания блокируется при запуске второй и первой ступеней, в этом случае время срабатывания определяется уставками этих ступеней.

Защита от замыканий на землю в качестве входной величины использует ток нулевой последовательности. Защита состоит из двух ступеней: первой ($I_0 >> 0$) и второй ($I_0 >$). Ступени запускаются, когда ток нулевой последовательности превышает величину уставки соответствующей ступени. При запуске начинается отсчет выдержки времени и появляется соответствующий код на дисплее. По истечении времени, определяемом уставкой по времени срабатывания, происходит срабатывание защиты. Благодаря установке про-

граммных переключателей сигналы могут выдаваться на требуемые выходные реле. Действие ступеней защиты может быть заблокировано сигналами BS1, BS2 или RRES (BS3). Вторая ступень имеет независимую и обратозависимые характеристики срабатывания. Устройство имеет четыре типа обратозависимых характеристик, две характеристики специального типа. Вид характеристики срабатывания устанавливается переключателями SGF1/6-8. С помощью программных переключателей первая ступень может быть выведена из работы. При этом на дисплее вместо соответствующих уставок показываются символы "---". Действие второй ступени при инверсных характеристиках срабатывания блокируется при запуске первой ступени.

Защита от обрыва фаз. Блок обеспечивает защиту от обрыва фаз. Блок сравнивает минимальный и максимальный фазные токи и определяет разницу между ними по формуле $\Delta I = (I_{\max} - I_{\min}) / I_{\max} \times 100\%$. Защита от обрыва фаз не работает при токах, меньших $0,1 \cdot I_N$.

Защита запускается, если разница между токами превышает значение уставки ΔI . Через время, определяемое уставкой по времени срабатывания t_{Δ} , происходит срабатывание защиты. Благодаря установке программных переключателей сигналы запуска и срабатывания могут выдаваться на требуемые выходные реле. Действие защиты может быть заблокировано сигналом BS1. С помощью программных переключателей первая ступень может быть выведена из работы. При этом на дисплее вместо соответствующих уставок показываются символы "---".

Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ). В случае, если после срабатывания защит и действия сигналов TS2, TS3 или TS4 не происходит отключения, УРОВ формирует через выдержку времени 0.1...1 с сигнал TS1. Данный сигнал может действовать на выключатель более высокого уровня. Он также может использоваться для управления выключателем с двойной обмоткой, при этом одна обмотка управляется сигналами TS2, TS3 или TS4, другая - TS1. УРОВ вводится в работу переключателями SGF4/5...7. Выдержка времени УРОВ может устанавливаться в субменю 5 регистра А.

Выходные сигналы. Переключатели SGR1...11 используются для определения выходных сигналов, активирующихся при запуске и срабатывании ступеней защит. Для выходных сигналов TS1...TS4 переключателями SGF4/1...4 может устанавливаться защелка, благодаря которой сигнал не сбрасывается при возврате защиты. Индикатор

срабатывания TRIP может загораться при активации любого из выходных сигналов и остается сработанным после их возврата. Работа индикатора срабатывания определяется переключателями SGF5.

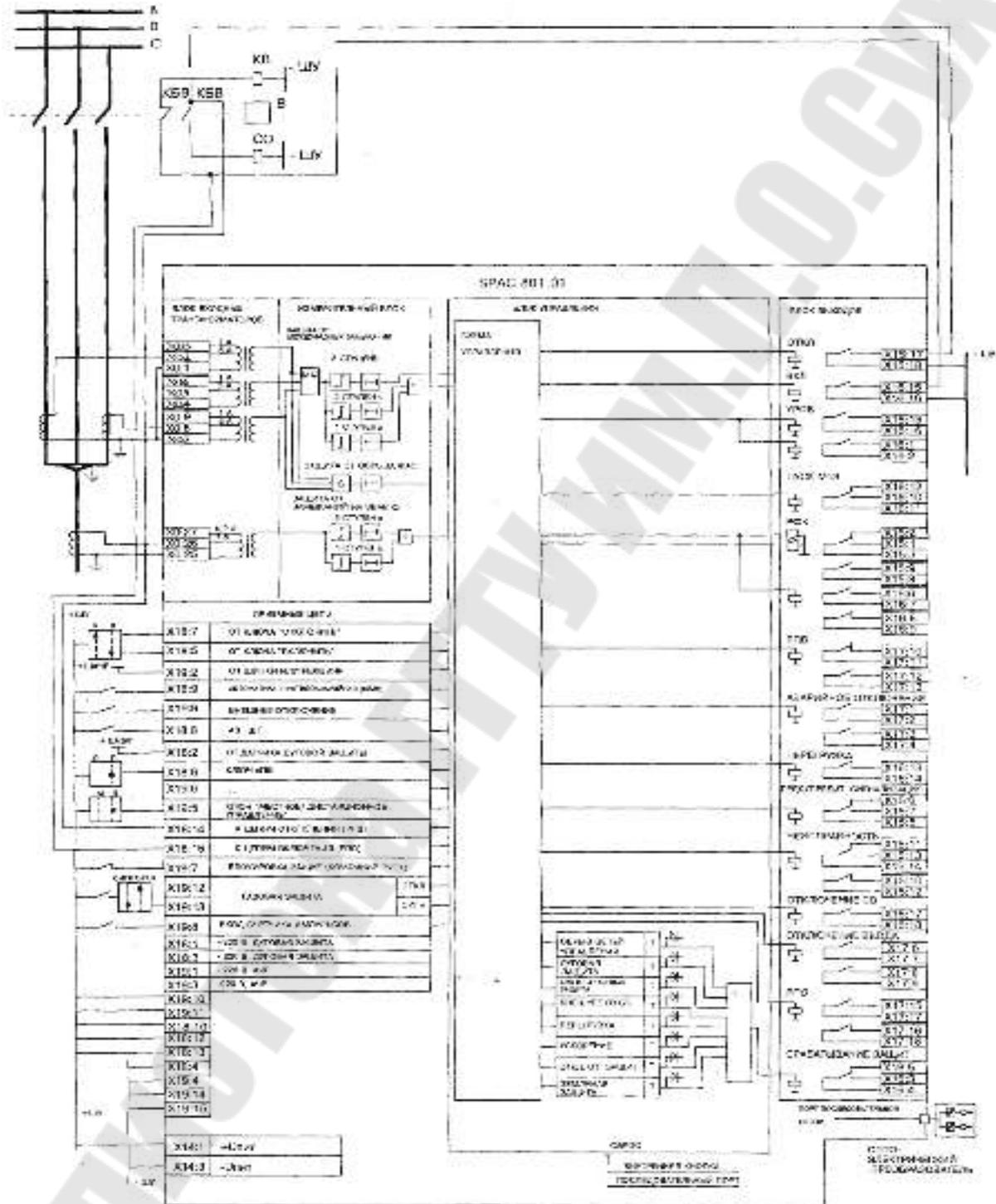


Рис. 27.2 Схема подключения устройства в двухфазном исполнении. Сигналы запуска АПВ Сигналы AR1, AR2, AR3 используются для запуска АПВ. Сигнал AR2 используется для запуска АПВ при

запуске и срабатывании ступеней защиты от междуфазных замыканий. Сигнал AR3 используется для запуска АПВ при запуске и срабатывании защиты от замыканий на землю, сигнал AR1 используется для запуска АПВ от защиты от междуфазных замыканий и защиты от замыканий на землю.

Сброс. Индикаторы срабатывания, коды операций на дисплее, защелки выходных реле и регистры можно сбросить тремя способами: при помощи кнопок на лицевой панели, посредством внешних сигналов управления или командой по последовательной связи, как показано в приведенной ниже таблице.

Таблица 27.5

Способы сброса

<i>Способ сброса</i>	<i>Индикаторы операций</i>	<i>Выходные реле</i>	<i>Регистры</i>
Кнопкой RESET	×		
PROGRAM	×	×	
RESET и PROGRAM	×	×	×
Внешними сигналами управления BS1, BS2 или RRES, когда			
SGB2...3/6 = 1	×		
SGB_/7 = 1	×	×	
SGB_/8 = 1	×	×	×
Параметром V101	×	×	
Параметром V102	×	×	×

Функциональная схема

IL1, IL2, IL3	Фазные токи
BS1, BS2 и RRES	Внешние сигналы блокировки и управления
ю	Ток нулевой последовательности
SS1.. .SS4	Выходные сигналы SS1.. .SS4
TS1 ...TS4	Выходные сигналы TS1 ...TS4
AR1, AR2, AR3	Сигналы для запуска АПВ
TRIP	Индикатор срабатывания

Индикаторы операций. Запуск и срабатывание ступеней защит вызывает появление на дисплее соответствующего цифрового кода. При запуске и срабатывании защит загорается светодиодный индикатор срабатывания TRIP в соответствии с положением переключателей группы SGF5. После срабатывания код на дисплее и индикатор срабатывания TRIP продолжают светиться, что позволяет идентифицировать сработавший канал. Индикаторы запуска гаснут при возврате защит, однако переключателями SGF2/1...5 можно запрограммировать их фиксацию и последующий ручной сброс.

Индикаторы операций могут быть сброшены при помощи кнопок лицевой панели реле, сигналом управления или командой по последовательной линии связи. Обозначение кодов приводится в таблице 27.9.

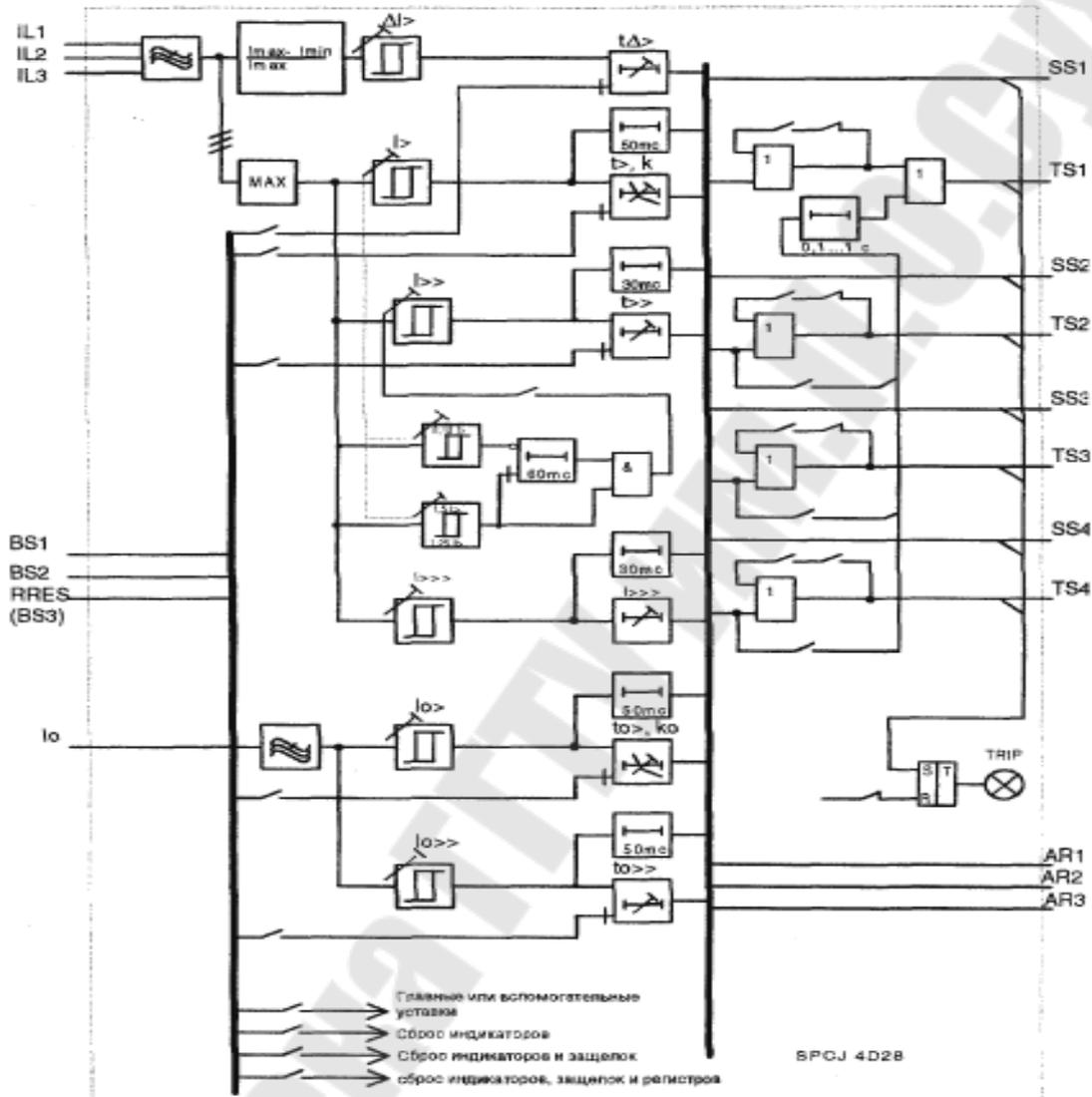


Рис. 27.3 Функциональная схема блока

При срабатывании защиты желтые светодиодные индикаторы на передней панели показывают, по каким фазам произошло срабатывание. Если, например, на дисплее отображается код 2 и светятся индикаторы IL1 и IL2, это значит, что возрастание тока в фазах A и B вызвало срабатывание третьей ступени защиты от междуфазных замыканий. Индикация фаз сбрасывается кнопкой RESET. При обнаружении системой самоконтроля постоянной неисправности загорается красный аварийный индикатор самоконтроля IRF и передается сигнал на выходное реле системы самоконтроля.

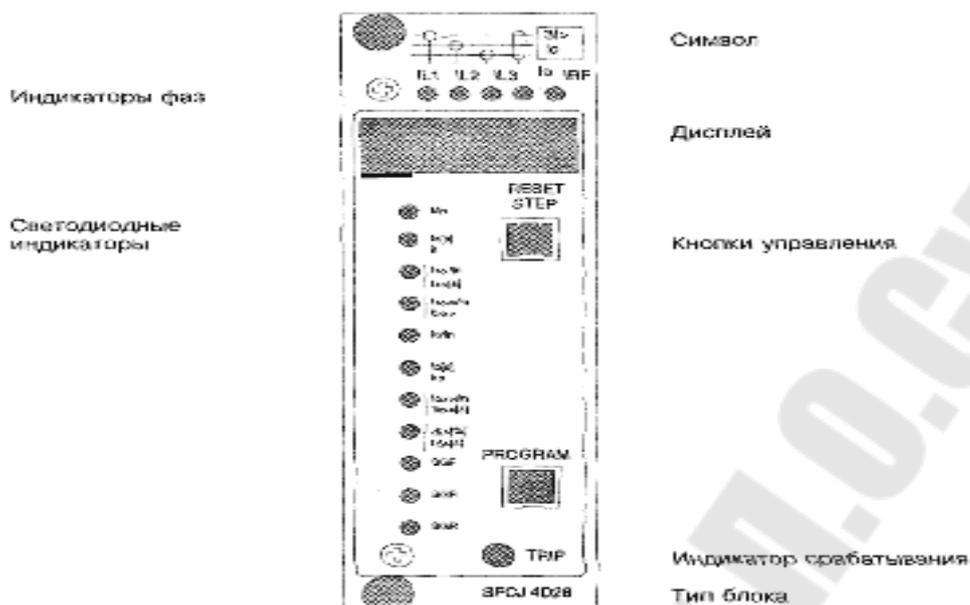


Рис. 27.4 Лицевая панель блока

Таблица 27.6

Обозначение кодов операций.

<i>Код операции</i>	<i>Параметр V9</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Событие</i>
1	1	I> START	Запуск ступени I>
2	2	I> TRIP	Срабатывание ступени I>
3	3	I>> START	Запуск ступени I>>
4	4	I>> TRIP	Срабатывание ступени I>>
5	5	I>>> START	Запуск ступени I>>>
6	6	I>>> TRIP	Срабатывание ступени I>>>
7	7	I ₀ > START	Запуск ступени I ₀ >
8	8	I ₀ > TRIP	Срабатывание ступени I ₀ >
9	9	I ₀ >> START	Запуск ступени I ₀ >>
0	0	I ₀ >> TRIP	Срабатывание ступени I ₀ >>
11	11	ΔI TRIP	Срабатывание ступени ΔI
A	12	CBFP	Работа УРОВ

Одновременно на дисплее появляется код, показывающий вид неисправности. Код, состоящий из красной цифры 1 и номера кода зеленого цвета, должен быть передан представителям фирмы.

Уставки. Значения уставок показываются на дисплее тремя зелеными цифрами. Светодиодные индикаторы с расположенными напротив символами показывают, какие уставки отображаются на дисплее.

<i>Уставка</i>	<i>Параметр</i>	<i>Диапазон (заводская уставка)</i>
$I_{>}/I_N$	Уставка по току срабатывания ступени $I_{>}$ по отношению к номинальному току I_N	$0,5 \dots 5 \times I_N$ ($0,5 \times I_N$)
$t_{>}$	Уставка по времени срабатывания ступени $I_{>}$ в секундах при независимой характеристике.	$0,05 \dots 300$ с ($0,05$ с)
k	Коэффициент времени ступени $I_{>}$ при обратнозависимых характеристиках	$0,05 \dots 1,00$
$I_{>>}/I_N$	Уставка по току срабатывания ступени $I_{>>}$ по отношению к номинальному току I_N	$0,5 \dots 40 \times I_N$ ($0,5 \times I_N$)
$t_{>>}$	Уставка по времени срабатывания ступени $I_{>>}$ в секундах	$0,04 \dots 300$ с ($0,04$ с)
$I_{>>>}/I_N$	Уставка по току срабатывания ступени $I_{>>>}$ по отношению к номинальному току I_N	$0,5 \dots 40 \times I_N$ ($0,5 \times I_N$)
$t_{>>>}$	Уставка по времени срабатывания ступени $I_{>>>}$ в секундах	$0,04 \dots 30$ с ($0,04$ с)
$I_{o>}/I_N$	Уставка по току срабатывания ступени $I_{o>}$ по отношению к номинальному току I_N	$0,1 \dots 0,8 \times I_N$ ($0,1 \times I_N$)
	Уставка по времени срабатывания ступени $I_{o>}$ в секундах при независимой характеристике	$0,05 \dots 300$ с ($0,05$ с)
k_o	Коэффициент времени ступени $I_{o>}$ при обратнозависимых характеристиках	$0,05 \dots 1,00$
$I_{o>>}/I_N$	Уставка по току срабатывания ступени $I_{o>>}$ по отношению к номинальному току I_N	$0,1 \dots 10,0 \times I_N$ ($0,1 \times I_N$)
$t_{o>>}$	Уставка по времени срабатывания ступени $I_{o>>}$ в секундах	$0,05 \dots 300$ с ($0,05$ с)
$\Delta I \%$	Уставка по току срабатывания ступени $\Delta I_{>}$ в процентах по отношению к номинальному току I_N	$10 \dots 100\%$ (10%)
$t_{\Delta>}$	Уставка по времени срабатывания ступени $\Delta I_{>}$ в секундах	$1 \dots 300$ с (1 с)
CBFP	Уставка по выдержке времени УРОВ	$0,1 \dots 1,0$ с

Программные переключатели. Для установки конфигурации, определяемой конкретными случаями применения используются группы программных переключателей. На дисплее в режиме ручной установки показывается номер переключателя и его положение. В нормальном режиме показывается контрольная сумма группы переключателей. Пример расчета контрольной суммы показан ниже.

Группа переключателей SGF1

<i>Переключатели</i>	<i>Функция</i>	<i>Заводская уставка</i>
SGF1/1...S GF1/3	Выбор характеристик срабатывания третьей ступени защиты от междуфазных замыканий. SGF1/1 -2-3 вид характеристики 0 0 0 определенное время срабатывания 0.05 ..300 с 1 0 0 чрезвычайно инверсная характеристика 0 1 0 сильно инверсная характеристика 1 1 0 инверсная характеристика 0 0 1 длительно инверсная характеристика 1 0 1 инверсная характеристика RI-типа 0 1 1 инверсная характеристика RXIDG-типа 1 1 1 не используется	0 0
SGF1/4 SGF1/5	Не используется Установка автоматического удвоения уставки I» при включении защищаемых объектов. При SGF1/5= 0 не происходит удвоения уставки. При SGF1/5= 1 происходит автоматическое удвоение уставки.	0 0
SGF1/6... SGF1/8	Выбор характеристик срабатывания второй ступени защиты от замыканий на землю. SGF1/6 -7 -8 вид характеристики 0 0 0 время срабатывания 0.05... 300 с 1 0 0 чрезвычайно инверсная характеристика 0 1 0 сильно инверсная характеристика 1 1 0 инверсная характеристика 0 0 1 длительно инверсная характеристика 1 0 1 инверсная характеристика RI-типа 0 1 1 инверсная характеристика RXIDG-типа 1 1 1 не используется	0 0 0

Контрольная сумма заводской уставки

Группа переключателей SGF 2

Контрольная сумма заводской уставки Группа переключателей

SGF3

<i>Переключатели</i>	<i>Функция</i>	<i>Заводская уставка</i>
	Вид сброса индикации запуска каналов защиты. Когда переключатель находится в положении 0, индикация сбрасывается автоматически при возврате защиты.	

SGF2/1	Когда переключатели установлены в положение 1, происходит фиксация кодов пуска с последующим ручным сбросом.	0
SGF2/2	SGF2/1 фиксация пуска ступени I>	0
SGF2/3	SGF2/2 фиксация пуска ступени I>>	0
SGF2/4	SGF2/3 фиксация пуска ступени I>>>	0
SGF2/5	SGF2/4 фиксация пуска ступени I ₀ >	0
SGF2/6	SGF2/5 фиксация пуска ступени I ₀ >>	0
SGF2/6	Ввод или вывод второй ступени защиты от междуфазных замыканий. SGF2/6=0, ступень введена в работу. SGF2/6=1, ступень не используется.	0
SGF2/7	Ввод или вывод первой ступени защиты от междуфазных замыканий. SGF2/7=0, ступень введена в работу. SGF2/7=1, ступень не используется.	0
SGF2/8	Ввод или вывод первой ступени защиты от замыканий на землю. SGF2/8=0, ступень введена в работу. SGF2/8=1, ступень не используется.	0

Контрольная сумма заводской уставки

Группа переключателей SGF3

Переключатели	Функция					Заводская уставка	
SGF2/1	SGF3/1=1, вывод из работы защиты от обрыва фаз Время возврата ступеней I> и I ₀ >.					1	
	Переключатель	Ступень	Время возврата				
			40 мс	100 мс	500 мс	1000 мс	
SGF2/2	SGF2/2	I>	0	1	0	1	0
SGF2/3	SGF2/3		0	0	1	1	0
SGF2/4	SGF2/4	I ₀ >	0	1	0	1	0
SGF2/5	SGF2/5		0	0	1	1	0
SGF3/6	1, запрет действия обратнoзависимой характеристики ступени I> при запуске ступени					0	
SGF3/7	1, запрет действия обратнoзависимой характеристики ступени I> при запуске ступени I>>>					0	
SGF3/8	1, запрет действия обратнoзависимой характеристики ступени I ₀ > при запуске ступени I ₀ >>>					0	

Контрольная сумма заводской уставки

Группа переключателей SGF4

Переключатель	Функция	Заводская уставка
SGF4/1	<i>SGF4/1=1,</i>	Установить в 0
SGF4/2	защелка сигнала	
SGF4/3	<i>TS1:</i> SGF4/2=1, защелка сигнала TS2:	0
SGF4/4	SGF4/3=1, защелка сигнала TS3:	0
SGF4/5	SGF4/4=1, защелка сигнала TS4:	0
SGF4/6	<i>SGF4/5=1,</i>	в SPAC не используется
SGF4/7	пуск УРОВ сигналом	
SGF4/8	<i>TS2:</i> SGF4/6=1, пуск УРОВ сигналом TS3: SGF4/7=1, пуск УРОВ сигналом TS4:	0
SGF2/8	не используется	0

Контрольная сумма заводской уставки 1

Группа переключателей SGF5

Переключатель	Функция	Заводская уставка
	Определение выходных сигналов, активация которых приводит к загоранию индикатора срабатывания при установке соответствующих переключателей в положение 1	
	<i>Переключатель</i>	<i>Выходной сигнал</i>
SGF5/1	SGF5/1	SS1
SGF5/2	SGF5/2	TS1
SGF5/3	SGF5/3	SS2
SGF5/4	SGF5/4	TS2
SGF5/5	SGF5/5	SS3
SGF5/6	SGF5/6	TS3
SGF5/7	SGF5/7	SS4
SGF5/8	SGF5/8	TS4

Контрольная сумма заводской уставки 170

Группы переключателей SGF6,7,8 (установить в 0).

Группы переключателей SGF6,7,8 используются для установки сигналов запуска АПВ, Сигналы могут активироваться при запуске и срабатывании ступеней защит блока при соответствующей установке программных переключателей.

Контрольная сумма заводских уставок групп переключателей SGF6,7,8 0

Группы переключателей SGB1,2,3

Группы переключателей SGB1,2,3 используются для определения функций внешних сигналов блокировки и управления BS1, BS2, RRES(BS3). На рис. 27.5 показано их назначение. Сигналы управления на левой стороне могут действовать на блокировку ступеней защит и сброс при замыкании переключателей, номера которых показаны на пересечении линий. Контрольные суммы групп переключателей получают сложением весовых коэффициентов.



Рис. 27.5. Матрица внешних сигналов блокировки и управления.

Переключатели	Функция
SGB_1...4	Блокировка действия ступеней защит при подаче сигнала управления при установке соответствующих переключателей в положение 1.
SGB_5	Переход с основных уставок на вспомогательные и наоборот при действии сигнала управления. SGB/5=0, смена уставок не осуществляется внешним сигналом. SGB/5=1, смена уставок осуществляется внешним сигналом. При неподанном сигнале действуют основные уставки, при поданном - вспомогательные. Примечание. Когда используются главные и вспомогательные уставки, значения переключателя SGB/5 должны быть одинаковые в обоих случаях. Иначе возможны конфликтные ситуации при смене уставок внешним управляющим сигналом или командой по последовательной линии связи.
SGB1/6	Блокировка защиты от обрыва фаз при подаче сигнала BS.
SGB2.3/6	Сброс индикаторов операций на дисплее
SGB_7	Сброс индикаторов операций на дисплее и защелок выходных реле
SGB_8	Сброс индикаторов операций на дисплее, защелок выходных реле и регистров

Контрольная сумма заводских уставок групп переключателей SGB1,2,3 0

Группы переключателей SGR1... 11. Сигналы запуска и срабатывания ступеней защит действуют на выхода в соответствии с установкой переключателей групп SGR1...11. На Рис. 6 показано их назначение. Сигналы запуска и срабатывания ступеней защит

на левой стороне могут действовать на выхода SS1 и TS1 при замыкании переключателей, номера которых показаны на пересечении линий.

Пример расчета контрольной суммы группы переключателей

Переключатель	Весовое значение	Положение	Значение
SGF1/1	1 ×	0	=0
SGF1/2	2 ×	0	=0
SGF1/3	4 ×	1	=4
SGF1/4	8 ×	0	=0
SGF1/5	16 ×	0	=0
SGF1/6	32 ×	0	=0
SGF1/7	64 ×	1	=64
SGF1/8	128 ×	0	=0

Контрольная сумма группы выключателей SGF1 = 68

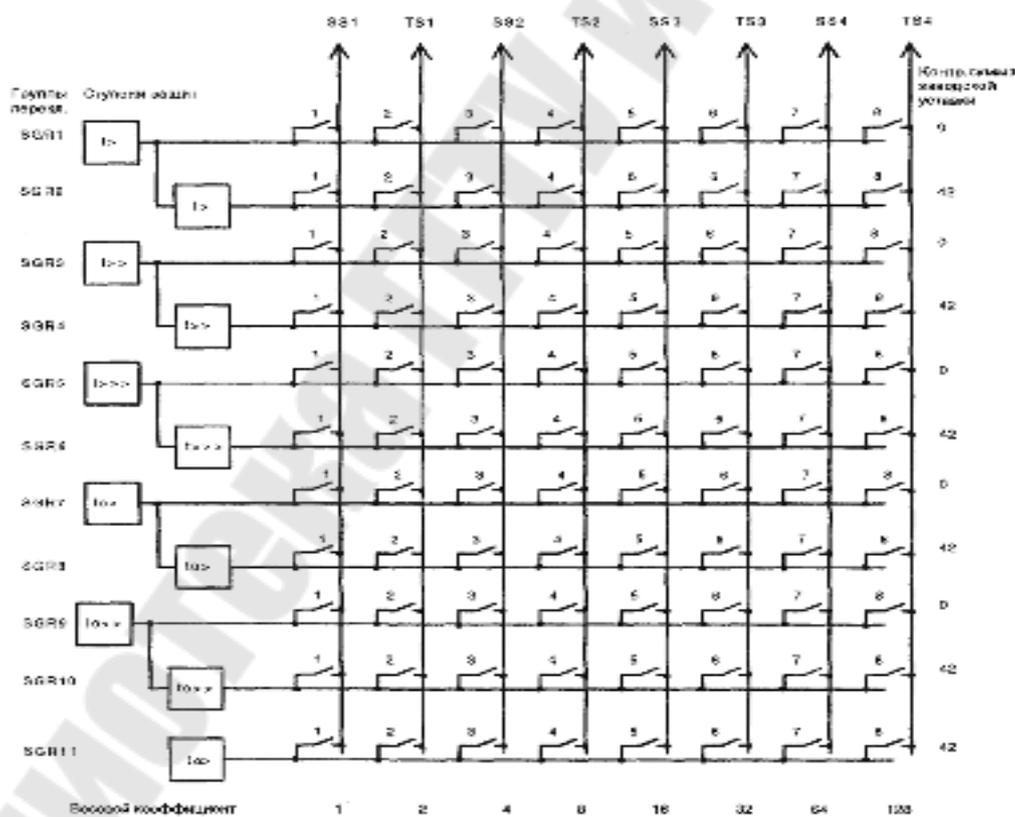


Рис. 27.6 Матрица выходных сигналов.

Пример расчета контрольной суммы группы переключателей

Переключатель	Весовое значение	Положение	Значение
SGF1/1	1 ×	0	=0
SGF1/2	2 ×	0	=0
SGF1/3	4 ×	1	=4
SGF1/4	8 ×	0	=0
SGF1/5	16 ×	0	=0
SGF1/6	32 ×	0	=0
SGF1/7	64 ×	1	=64
SGF1/8	128 ×	0	=0

Контрольная сумма группы выключателей SGF1 = 68

Измерение входных токов. Измеряемые токи отображаются на дисплее тремя зелеными цифрами. Контролируемые фазы показываются светодиодными индикаторами на передней панели.

<i>индикатор</i>	<i>измеряемые параметры</i>	<i>Диапазон</i>
IL1	Ток фазы IL1 в долях от номинального тока I_N	$0...63 \times I_N$
IL2	Ток фазы IL2 в долях от номинального тока I_N	$0...63 \times I_N$
IL3	Ток фазы IL3 в долях от номинального тока I_N	$0...63 \times I_N$
I_o	Ток защиты от замыканий на землю в долях от номинального тока I_N	$0...21 \times I_N$
I_o	В субменю - разница между минимальным и максимальным фазными токами, выраженная в процентах	0...100%

Регистрация данных

Красная цифра на дисплее показывает адрес регистра, три другие цифры показывают его значение.

<i>Регистр</i>	<i>Информация</i>
1	Ток фазы А в момент запуска или срабатывании, выраженный по отношению к номинальному. В регистр записывается ток при срабатывании или максимальный ток при запуске (если не произошло срабатывания) ступеней защиты от междуфазных замыканий. Запись нового значения сдвигает предыдущие на одну позицию, последний ток записывается в регистр, остальные в подрегистры. Максимально может храниться 5 значений, при записи последующих старые значения стираются.
2	Ток фазы В в момент запуска или срабатывания ступеней защиты, выраженный в относительных единицах к номинальному. Принцип записи аналогичен записи в регистр 1.
3	Ток фазы С в момент запуска или срабатывания ступеней защиты, выраженный в относительных единицах к номинальному. Принцип записи аналогичен записи в регистр 1.
4	Длительность последней ситуации запуска третьей ступени защиты от междуфазных замыканий, выраженная в процентах к уставке по времени срабатывания $t>$ или к расчетному времени срабатывания при обрат-

	<p>нозависимых характеристиках. При срабатывании ступени записывается 100. Запись нового значения сдвигает предыдущие на одну позицию, последний ток записывается в регистр, остальные в подрегистры. Максимально может храниться 5 значений, при записи последующих старые значения стираются. В подрегистре 5 содержится число запусков третьей ступени, $n = 0...255$.</p>																																							
5	<p>Длительность последней ситуации запуска второй ступени защиты от междуфазных замыканий, выраженная в процентах к уставке $t_{>}$. Принцип записи аналогичен записи в регистр 4. В подрегистре 5 содержится число запусков второй ступени, $n = 0...255$.</p>																																							
6	<p>Ток нулевой последовательности I_0 в момент срабатывания защиты от замыканий на землю, выраженный в процентах от номинального. В регистр записывается ток при срабатывании или максимальный ток при запуске (если не произошло срабатывания) ступеней защиты от замыканий на землю. Запись нового значения сдвигает предыдущие на одну позицию, последний ток записывается в регистр, остальные в подрегистры. Максимально может храниться 5 значений, при записи последующих старые значения стираются.</p>																																							
7	<p>Длительность последней ситуации запуска второй ступени защиты от замыканий на землю, выраженная в процентах к уставке $t_{0>}$ или к расчетному времени срабатывания при обратнoзависимых характеристиках. При срабатывании ступени записывается 100. Запись нового значения сдвигает предыдущие на одну позицию, последнее значение записывается в регистр, остальные в подрегистры. Максимально может храниться 5 значений, при записи последующих старые значения стираются. В подрегистре 5 число запусков ступени $I_{0>}$, $n = 0...255$.</p>																																							
8	<p>Длительность последней ситуации запуска 1 ступени защиты от замыканий на землю, выраженная в процентах к уставке $t_{0>}$. Принцип действия аналогичен записи в регистр 7. В подрегистре 5 число запусков ступени $I_{0>}$, $n = 0...255$.</p>																																							
9	<p>Ток небаланса ΔI, т.е. разница между максимальным и минимальным фазными токами, выраженный в процентах. Ток записывается в момент срабатывания защиты от обрыва фаз. Запись нового значения сдвигает предыдущие на одну позицию, последний ток записывается в регистр, остальные в подрегистры. Максимально может храниться 5 значений, при записи последующих старые значения стираются.</p>																																							
11	<p>Максимальный ток за 15 мин., значение обновляется каждую минуту.</p>																																							
0	<p>Наличие внешних сигналов управления. Правая цифра на дисплее показывает состояние входных сигналов.</p> <table border="1" data-bbox="363 1630 1385 1973"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Цифра на дисплее</th> <th colspan="3">Поданные сигналы</th> </tr> <tr> <th>BS1</th> <th>BS2</th> <th>RRES (BS3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>X</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Цифра на дисплее	Поданные сигналы			BS1	BS2	RRES (BS3)	0		X		1	X	X		2				3	X		X	4		X	X	5	X	X	X	6			X	7	X		
Цифра на дисплее	Поданные сигналы																																							
	BS1	BS2	RRES (BS3)																																					
0		X																																						
1	X	X																																						
2																																								
3	X		X																																					
4		X	X																																					
5	X	X	X																																					
6			X																																					
7	X																																							

	Из регистра 0 возможен выход в режим теста, при котором активируются выходы блока. Светящиеся индикаторы на передней панели показывают, для какой ступени имитируется запуск или срабатывание.																		
	<table border="0"> <tr> <td>Индикатор</td> <td>Имитируемые сигналы</td> </tr> <tr> <td>I></td> <td>Запуск ступени I></td> </tr> <tr> <td>t></td> <td>Срабатывание ступени I></td> </tr> <tr> <td>I>></td> <td>Запуск и срабатывание ступени I>></td> </tr> <tr> <td>I>>></td> <td>Запуск и срабатывание ступени I>>></td> </tr> <tr> <td>I₀></td> <td>Запуск ступени I₀></td> </tr> <tr> <td>t₀></td> <td>Срабатывание ступени I₀></td> </tr> <tr> <td>I₀>></td> <td>Запуск и срабатывание ступени I₀>></td> </tr> <tr> <td>ΔI></td> <td>Срабатывание ступени ΔI</td> </tr> </table>	Индикатор	Имитируемые сигналы	I>	Запуск ступени I>	t>	Срабатывание ступени I>	I>>	Запуск и срабатывание ступени I>>	I>>>	Запуск и срабатывание ступени I>>>	I ₀ >	Запуск ступени I ₀ >	t ₀ >	Срабатывание ступени I ₀ >	I ₀ >>	Запуск и срабатывание ступени I ₀ >>	ΔI>	Срабатывание ступени ΔI
Индикатор	Имитируемые сигналы																		
I>	Запуск ступени I>																		
t>	Срабатывание ступени I>																		
I>>	Запуск и срабатывание ступени I>>																		
I>>>	Запуск и срабатывание ступени I>>>																		
I ₀ >	Запуск ступени I ₀ >																		
t ₀ >	Срабатывание ступени I ₀ >																		
I ₀ >>	Запуск и срабатывание ступени I ₀ >>																		
ΔI>	Срабатывание ступени ΔI																		
A	<p>Адресный код блока, необходимый для последовательной связи. Регистр A включает пять подрегистров:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уставка скорости передачи данных: 4.8 или 9.6 кБод. 2. Состояние монитора линии связи. Если модуль реле подключен к информационной системе связи и линия связи функционирует нормально, значение монитора - 0. В противном случае счетчик показывает число секунд, прошедших с момента последнего обращения. 3. Пароль, для смены уставок по последовательной линии связи. Пароль (параметр V160) всегда должен вводиться прежде, чем уставка может быть изменена по последовательной линии связи. 4. Выбор основных или вспомогательных уставок (0 = основные уставки, 1 = вспомогательные уставки). На заводе устанавливается 0. 5. Выдержка времени УРОВ, 0,1...1 с. На заводе устанавливается 0. 																		

Значения, записанные в регистры 1...11 могут быть сброшены при помощи кнопок на лицевой панели, внешнего сигнала управления или команды по последовательной связи. Кроме того, регистры сбрасываются при потере питания. Отказы питания не оказывают влияния на значения уставок, код адреса, скорость передачи данных и пароль. Действия по установке кода адреса и скорости передачи данных приведены в инструкции "Основные характеристики модулей D - типа".

Меню. Действия в меню, режиме выбора уставок и в режиме теста кратко описаны ниже.

<i>Требуемое действие</i>	<i>Кнопки</i>	<i>Действие</i>
Движение вперед в меню и субменю	STEP	Нажать на 1 с
Быстрое движение вперед в главном меню	STEP	Держать нажатой
Движение назад в меню и субменю	STEP	Нажать на 0,5 с
Вход в главное меню	PROGRAM	Нажать на 1 с, реализуется при отпускании
Вход и выход в режим выставления уставок	PROGRAM	Нажать на 5 с
Увеличение величины в режиме выставления уставок	STEP	

Движение курсора в режиме выставления уставок	PROGRAM	Нажать на 1 с
Запоминание величины уставки	STEP и PROGRAM	Нажать одновременно
Сброс записанных величин и защелок выходных реле	STEP и PROGRAM	Дисплей должен быть погашен
Сброс защелок выходных реле	PROGRAM	

Времятоковые характеристики срабатывания. Срабатывание ступеней $I>$ и $I_0>$ может осуществляться в соответствии с обратнoзависимыми характеристиками срабатывания. При этом время срабатывания является функцией тока.

Модуль имеет 6 обратнoзависимых характеристик - 4 в соответствии со стандартом BS142 и МЭК 255- 4 и 2 специальных: RI и RXIDG типа.

Стандартные характеристики.

Чрезвычайно инверсная, сильно инверсная, инверсная и длительно инверсная характеристики соответствуют стандарту BS 142.1966 и IEC 255-4 и могут быть выражены как

$$t, c = \frac{k \cdot \beta}{\left(\frac{I}{I>}\right)^a - 1},$$

где t - время срабатывания в секундах;

k - коэффициент времени;

I - входной ток;

$I>$ - уставка по току срабатывания.

Характеристики имеют различную степень инверсии, которая зависит от величин a и b .

Вид характеристики	a	β
инверсная	0,02	0,14
сильно инверсная	1,0	13,5
чрезвычайно инверсная	2,0	80,0
длительно инверсная	1,0	120,0

Коэффициент времени k определяет характеристику срабатывания, в соответствии с которой устройство срабатывает с необходимой выдержкой времени в зависимости от кратности входного тока по отношению к уставке.

В соответствии со стандартом BS 142.1966 рабочий диапазон токов определяется в пределах 2. ..20 крат от уставки. Реле запускается при токе 1,3 от уставки. Это относится к инверсной, сильно инверс-

ной, чрезвычайно инверсной характеристикам. Для длительно инверсной характеристики диапазон рабочих токов 2... 7 крат, ток запуска 1.1 от уставки.

Ниже приводятся допустимые отклонения от времени срабатывания. Е означает точность в процентах, знак "-" что значение не определено.

<i>I/I></i>	<i>инверсная</i>	<i>сильно</i>	<i>чрезвычайно</i>	<i>длительно инверсная</i>
2	2,22E	2,34E	2,44E	2,34E
5	1.13E	1.26E	1,48E	1.26E
7	-	-	-	1.00E
10	1.01E	1.01E	1.02E	-
20	1,00E	1,00E	1.00E	-

В рабочем диапазоне токов все инверсные характеристики по допуску соответствуют классу 5.

Характеристика RI- типа.

Характеристика соответствует временным параметрам существующих типов механических реле. Характеристика основывается на математическом выражении:

$$t_{c} = k / (0,339 - 0,236 \cdot I > / I),$$

где t - время срабатывания в секундах

k - коэффициент времени I - входной ток

$I >$ - уставка по току срабатывания

Характеристика RXIDG типа.

Характеристика используется для обеспечения селективности защиты от замыканий на землю, в том числе при замыканиях с большим сопротивлением.

Математическое выражение

$$t_{c} = 5,8 - 1,35 \cdot I_n (I / (k \cdot I >)),$$

где t – время срабатывания в секундах

I – входной ток

$I >$ - уставка по току срабатывания.

3. Порядок выполнения работы.

Порядок выполнения работы изложен в лабораторной работе №25 (п. 3).

4. Контрольные вопросы

1. Назначение устройства?
2. Функции выполняемые устройством?
3. Диапазоны уставок срабатывания защит и автоматики?
4. Как производится расчет уставок зависимой и независимой вре-

мятоковой характеристики МТЗ?

Технические характеристики

Параметр	Степень I>	Степень I>>	Степень I>>>
уставка по току срабатывания	0,5... 5 x I _N	0,5... 40 x I _N	0,5... 40 x I _N
время запуска	<70 мс	мс	40 мс
уставка по времени срабатывания	0,05... 300 с	0,04... 300 с	0,04... 30 с
при независимой характеристике			
обратнозависимые характеристики	6 видов	-	-
коэффициент времени k	0,05... 1,00		
время возврата	40... 1000 мс	40 мс	40 мс
время подготовки	30 мс	30 мс	30 мс
коэффициент возврата	0,96	0,96	0,96
погрешность по времени	2% от	2% от	2% от
срабатывания при независимой			
характеристике	уставки	уставки	уставки
	или 25 мс	или 25 мс	или 25 мс
класс точности E по времени	5		
срабатывания для			
обратнозависимых характеристик	3% от уставки		3% от уставки
погрешность по току срабатывания		3% от уставки	ки
уставка по току срабатывания	0,1... 0,8 x I _N	0,1... 10,0 x I _N	10... 100%
время запуска	70 мс	50 мс	150 мс
уставка по времени срабатывания			
при независимой характеристике			
обратнозависимые характеристики	0,05... 300 с	0,05... 300 с	1... 300 с
коэффициент времени k	6 видов 0,05... 1,00	-	-
время возврата	40... 1000 мс	40 мс	80 мс
время подготовки	30 мс	30 мс	
коэффициент возврата	0,96	0,96	0,96
погрешность по времени	2% от уставки	2% от уставки	2% от уставки
срабатывания при независимой			
характеристике	или 25 мс	или 25 мс	ки
класс точности E по времени	5		или 25 мс
срабатывания для			
обратнозависимых характеристик	3% от уставки	3% от уставки	3% от уставки
погрешность по току срабатывания			ки

5. Как выставить:

5.1 Уставки МТЗ?

5.2 Уставки ТО?

5.3 Уставки АПВ?

5.4 Уставки АЧР?

5.5 Даты и текущего времени?

6. Как произвести:

6.1 Просмотр текущих значений?

6.2 Просмотр журнала аварий?

6.3 Просмотр журнала системы?

6.4 Просмотр журнала ресурса выключателя?

6.5 Просмотр показаний по учету энергии?

7. Как произвести изменения и просмотр конфигурации системы, используя подменю:

7.1 Измерительный канал?

7.2 Параметры защит?

7.3 Параметры автоматики АПВ?

7.4 Параметры автоматики АЧР?

7.5 Параметры внешних защит?

5. Содержание отчета:

1. Цель работы.

2. Назначение устройства.

3. Функции защит и автоматики выполняемые устройством.

4. Схема привязки устройства к измерительным трансформаторам.

5. Результаты расчетов и испытаний устройства.

Лабораторная работа № 28

Токовая защита с применением микропроцессорного устройства защиты SIPROTEC 7SJ602

1 Цель работы: Изучение принципа действия, конструкции, технических характеристик, расчета уставок и программирования микропроцессорного устройства защиты SIPROTEC 7SJ602 (фирмы SIEMENS)

2. Краткие теоретические сведения.

2.1. Назначение. Цифровое устройство защиты типа SIPROTEC 7SJ602 (в дальнейшем – устройство) используется в качестве максимальной токовой защиты с независимой или инверсной выдержкой времени, для одностороннего и многостороннего питания воздушных и кабельных линий, трансформаторов и двигателей в распределительных сетях высокого напряжения.

Кроме максимальной токовой защиты с выдержкой времени устройство также включает в себя защиту от термической перегрузки, защиту от несимметричной нагрузки, а также защиту пусковых режимов для двигателей.

2.2 Технические характеристики

Измерительные цепи

Номинальный ток $I_{\text{НОМ}}$	5 А
Номинальная частота $f_{\text{НОМ}}$	50 Гц
Потребляемая мощность в цепи тока при $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$	$< 0.3 \text{ ВА}$
Допустимая нагрузка в цепи тока - термическая (действующее значение)	$100 \cdot I_{\text{НОМ}}$ в течение 1 с $30 \cdot I_{\text{НОМ}}$ в течение 10с $4 \cdot I_{\text{НОМ}}$ длительная
Напряжение питания устройства	184...265 В

2.3. Принцип действия реле. Устройство цифровой максимальной токовой защиты (МТЗ) с выдержкой времени SIPROTEC 7SJ602 оснащено мощным 16-ти битным микропроцессором, с помощью которого производится цифровая обработка всех функций, начиная с регистрации измеряемых параметров и заканчивая выдачей команд отключения и включения на силовую выключатель. На Рис. 1 изображена общая структура устройства.

Измерительные входы ME преобразуют поступающие от изме-

рительных преобразователей тока и согласовывают их для дальнейшей обработки внутри устройства. Наряду с гальванической и низкоемкостной развязкой входных преобразователей также предусмотрены фильтры для подавления помех, которые оптимизированы относительно полосы пропускания и скорости обработки измеряемых величин. Адаптированные аналоговые величины передаются затем на устройство ввода аналоговых данных АЕ.

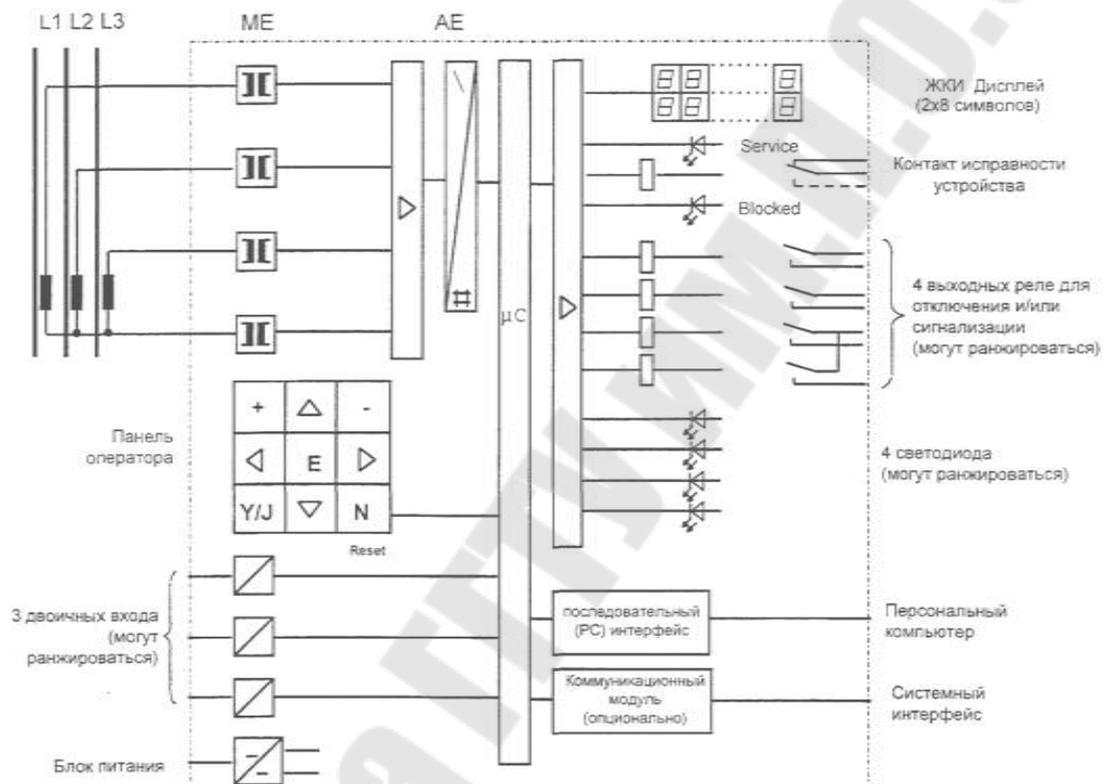


Рис. 28.1. Структурная схема МТЗ устройства.

Устройство ввода аналоговых данных АЕ включает в себя входные усилители для каждого входа, аналого-цифровые преобразователи и запоминающие схемы для передачи данных в микропроцессор.

В микропроцессоре наряду с управлением и контролем измеряемых величин производится обработка защитных функций. Это, в частности:

- фильтрация и формирование измеряемых величин;
- анализ предельных значений и времени;
- расчет времени отключения в соответствии с выбранной характеристикой;
- расчет составляющих токов прямой и обратной последовательности для определения несимметричной нагрузки;
- расчет действующих значений для определения перегрузки;

-принятие решения о выдаче команд на включение и отключение;

-сохранение измеряемых величин в течение повреждения для дальнейшего анализа.

Двоичные входы и выходы связаны с процессором с помощью элементов ввода/вывода. От них в процессор поступает информация от коммутационной установки (например, дистанционный возврат) или от другого оборудования (например, сигналы блокировки). Через выходы выдаются команды отключения и включения силовых выключателей, сигналы телесигнализации важных событий и состояний, а также визуальной индикации с помощью светодиодных индикаторов LED и алфавитно-цифрового дисплея на передней панели. Встроенная пленочная клавиатура и жидкокристаллический алфавитно-цифровой дисплей позволяют осуществлять связь с устройством. С их помощью в устройство вводятся значения уставок, параметры установки и т.д. Устройство позволяет вызывать эти параметры, а после повреждения считывать важнейшие данные для анализа повреждения.

Блок питания устройства обеспечивает описанные функциональные блоки необходимым вспомогательным напряжением +5 В. Кратковременные исчезновения напряжения питания до 50 мс, которые могут возникнуть при коротком замыкании в системе питания установки постоянным напряжением, перекрываются накопителем постоянного напряжения.

2.4 Максимальная токовая защита с выдержкой времени (МТЗ) может использоваться как с независимой, так и с инверсной выдержкой времени. При использовании МТЗ с инверсной выдержкой времени можно выбрать вид кривой из заданного семейства стандартных характеристик.

Выбранные временные характеристики могут быть дополнены грубой ступенью без выдержки времени или ступенью с независимой выдержкой времени. Дополнительно к этому возможно также использовать ступень токовой отсечки (ТО) без выдержки времени.

В режиме ручного включения на повреждение максимальная токовая защита с выдержкой времени также может производить быстрое действующее отключение. В этом случае можно выбрать, какая из ступеней $I_{>}$ или $I_{>}/I_p$ будет в этом режиме действовать на отключение с ускорением (то есть соответствующая выдержка времени в этом режиме будет игнорироваться).

2.5 Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени. Каждый фазный ток сравнивается с предельным значением, которое задается общим для трех фаз. Срабатывание фиксируется по каждой фазе. Запускается выдержка времени, соответствующая данной фазе. После ее истечения выдается сигнал на отключение. Защита включает в себя три ступени: чувствительную ступень МТЗ I> с выдержкой времени T-1>, грубую ступень МТЗ I>> с выдержкой времени T-1>>, ступень ТО I>> без выдержки времени.

Ток замыкания на землю обрабатывается отдельно и сравнивается отдельно со ступенями максимального тока $I_{3>>}$ и $I_{3>}$. Срабатывание фиксируется. После истечения соответствующей выдержки времени $T_{3>>}$ и $T_{3>}$ выдается команда на отключение.

Уставки срабатывания каждой из ступеней I>>, I> для фазных токов и $I_{3>>}$, $I_{3>}$ для токов замыкания на землю, а также их соответствующие выдержки времени задаются отдельно.

2.6 Максимальная токовая защита с инверсной выдержкой времени. Каждый фазный ток сравнивается с предельным значением, которое задается общим для трех фаз. Срабатывание фиксируется по каждой фазе. После срабатывания ступени с инверсной выдержкой времени T_p вычисляется время отключения на основании уставки инверсной временной характеристики и величины тока повреждения. После ее истечения выдается сигнал на отключение. Для тока замыкания на землю может быть выбрана другая характеристика.

Уставки срабатывания каждой из ступеней I_p (фазы), $I_{3>}$ (земля), I>> (фазы), $I_{3>>}$ (земля), а также их соответствующие временные коэффициенты могут задаваться отдельно.

2.7 Защита от несимметричной нагрузки. Устройство включает в себя защиту от несимметричной нагрузки, которая может быть использована для защиты двигателей.

Защита от несимметричной нагрузки также определяет обрывы, короткие замыкания и неправильное подключение в цепях трансформаторов тока.

Однофазные и двухфазные короткие замыкания могут быть определены даже в том случае, когда величина тока повреждения недостаточна для срабатывания максимальной токовой защиты с выдержкой времени.

Защита от несимметричной нагрузки имеет две ступени. При превышении задаваемой уставки первой ступени $I_2>$ запускается выдержка времени $T_2>$, а при превышении задаваемой уставки второй

ступени $I_{2>>>}$ запускается выдержка времени $T_{2>>>}$. После истечения соответствующей выдержки времени выдается команда на отключение.

2.8 Защита от перегрузки предохраняет защищаемый объект (например, кабельные линии или электрические двигатели) от термической перегрузки.

Защита может быть по выбору задана с фиксацией всех токов нагрузки, даже до наступления перегрузки (защита от перегрузки с общей памятью) или с фиксацией тока нагрузки только после превышения задаваемого порога перегрузки (защита от перегрузки без памяти).

2.9 Автоматическое повторное включение (АПВ). Устройство 7SJ602 позволяет производить однократное или многократное трехфазное повторное включение.

Может быть свободно задано, какая из защитных функций должна запускать АПВ. Обычно функция АПВ запускается при выдаче команды отключения защитами от короткого замыкания, и не запускается при отключении от других защитных функций, таких как защита от перегрузки или несимметричной нагрузки.

Для успешного АПВ поврежденная линия должна быть отключена от источников питания. После неуспешного АПВ, ступени $I_{>>>}$, $I_{>>}$ и $I_{3>>}$ МТЗ с выдержкой времени должны действовать на отключение без выдержки времени или с малой выдержкой времени.

Обычно цикл АПВ происходит следующим образом:

Максимальная токовая защита с выдержкой времени действует на отключение к.з. через одну из быстродействующих ступеней $I_{>>>}$, $I_{>>}$ и $I_{3>>}$. Запускается функция АПВ. После устранения повреждения, запускается задаваемое время бестоковой паузы для первого цикла повторного включения. После истечения бестоковой паузы выключатель получает команду включения. Одновременно запускается задаваемая выдержка времени блокировки "T-REC".

Если повреждение устранено (успешное АПВ), то после истечения выдержки времени блокировки "T-REC" происходит возврат всех защитных функций в исходное состояние. Повреждение в сети считается устраненным.

Если повреждение не было устранено (неуспешное АПВ), то выдержка времени блокировки прерывается повторным отключением; запускается следующий цикл повторного включения, если дальнейшие циклы АПВ разрешены. После устранения повреждения запуска-

ется выдержка времени безтоковой паузы "AR Tп" п-го цикла повторного включения. После ее истечения на выключатель выдается новая команда повторного включения. Одновременно происходит перезапуск выдержки времени блокировки "T-REC". Кроме этого, любое последующее повреждение в течение протекания времени блокировки приведет к запуску последующего цикла повторного включения, если от разрешен.

Если один из циклов АПВ успешный, и после повторного включения повреждение устранилось, то после истечения выдержки времени блокировки "T-REC" все функции возвращаются в исходное состояние. Повреждение в сети считается устраненным.

Если ни один из циклов повторного включения не был успешным, то после последнего разрешенного цикла производится окончательное отключения защитой от коротких замыканий.

2.10. Установка параметров управления.

2.10.1. Принцип действия при параметрировании

Управление устройством построено по системе древовидного меню с иерархической структурой, продвижение по которой осуществляется клавишами <, >, √ и ^ . Таким образом могут быть достигнуты все пункты меню.

При нажатии клавиши √ , когда дисплей находится в режиме начальной индикации, на дисплее появится первая позиция управления "PARAME." (параметрирование), которая включает все блоки установок и параметров устройства (Рис. 2). Нажатие клавиши E приводит к переходу на следующий уровень управления. На дисплее теперь представлен следующий уровень управления "CONF" (конфигурирование).

Нажатие клавиши √ приводит к первому блоку параметров "01 POWER SYST.DAT" (данные системы). Следующие блоки параметров могут быть вызваны клавишами "прокрутки" √ и ^ .

Нажатие клавиши > приводит к переходу на третий уровень управления, где могут быть установлены отдельные функции или значения величин (Рис. 2).

Если с устройством не производить никаких действий более 10 мин., то режим управления будет прерван и устройство вернется к дисплею по умолчанию, т.е. к индикации измеряемых величин. Изменения, которые не были сохранены, пропадут. Нажав клавишу < можно вернуться к уровню управления, на котором работа прервалась.

Для установки параметров управления требуется ввод кодового слова (пароль). Без пароля установки можно считывать, но нельзя изменять.

Если пароль принят, можно начинать параметрирование. В следующих разделах каждый адрес заключен в рамочку и пояснен. Имеется три вида индикации на дисплее:

-Адреса без функции управления

Блок имеет текстовый заголовок. Адрес блока определяется его номером (два разряда). Никакой ввод не требуется. Нажатием клавиш \wedge и \vee можно переключиться на следующий или предыдущий блок. Нажатием клавиши \triangleright можно переключиться на следующий уровень управления.

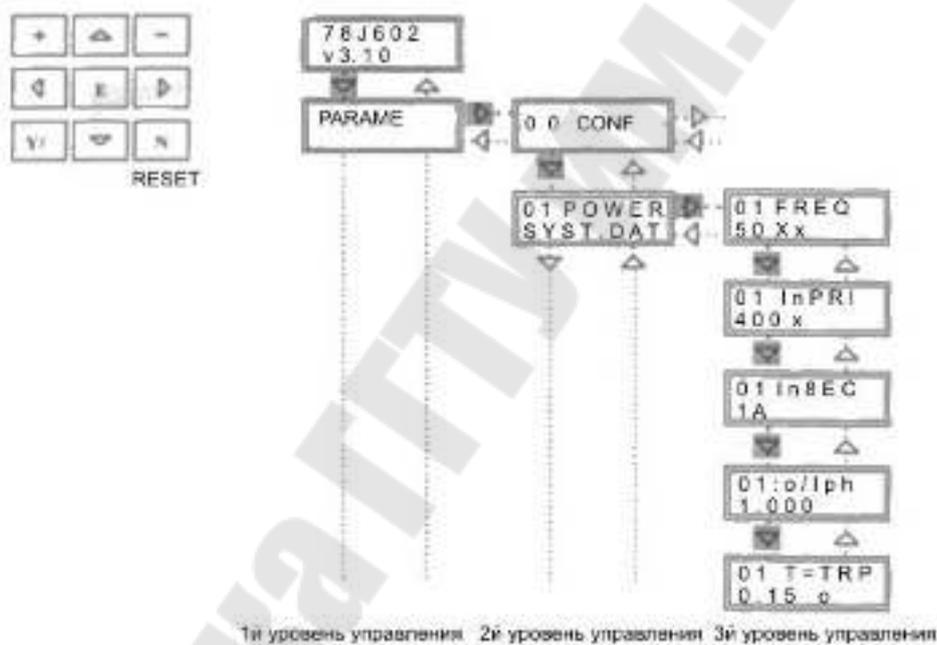


Рис. 28.2 Выбор данных системы

-Адреса с цифровым вводом

В первой строке дисплея представлен двухразрядный номер блока. После номера блока следует название параметра в виде аббревиатуры; во второй строке - значение параметра. В последующих разделах это значение выделяется жирным шрифтом. Если Вы хотите сохранить предварительно заданное значение, то не требуются никакие дополнительные вводы. Можно также осуществлять перелистывание вперед или назад внутри блока или к следующему (или предыдущему) уровню управления. Если требуется изменить значение, то возможно -после ввода пароля - увеличить значение клавишей (+), или уменьшить клавишей (-). Когда одна из клавиш. (+)

или (-), нажата постоянно, значение изменяется с увеличенной скоростью. Таким образом, возможна быстрая и удобная настройка в широких пределах. Возможный диапазон уставок указан рядом с рамочкой, в которую заключена индикация. Если выставлено наибольшее значение величины, то следующее нажатие (+) приведет к появлению символа " ∞ ", если это предусмотрено; если нет, то изменений больше не произойдет. Если выставлено наименьшее значение величины, то следующее нажатие (-) не будет приводить к дальнейшим изменениям.

Выбранное значение нужно подтвердить клавишей ввода E. На дисплее появится значение, принятое устройством. Новое значение параметра вступает в силу после этого подтверждения.

-Адреса с текстовыми параметрами

На дисплее индицируется двухразрядный номер блока, название параметра и, во второй строке дисплея- текстовое значение параметра. Текст предварительно задан при поставке устройства. Он приводится в последующих разделах. Если вы хотите сохранить предварительно заданный текст, то не требуются никакие другие вводы. Можно также осуществлять перелистывание вперед или назад внутри блока или к следующему (или предыдущему) уровню управления. Если текст нужно изменить, нажмите (-) после ввода пароля - клавишу (+) или (-).

В этом случае появляется одно из альтернативных предложений, которые в последующих разделах также изображены в рамочках индикации. Если необходимый текст еще не появился, снова нажмите клавишу (+) или (-) и т.д. Текст, который Вы выбираете, нужно подтвердить с помощью клавиши ввода E.

Если выставлено последнее возможное значение величины, то следующее нажатие (+) не будет приводить к дальнейшим изменениям. То же самое относится и к попытке изменить первое возможное значение клавишей -.

В нижеследующих разделах приведены возможные значения параметров для всех адресов. Если значение параметра остается неясным, то в большинстве случаев наиболее целесообразным является предварительно заданный параметр.

Стрелки \wedge , \vee , $>$ или $<$ рядом с рамочкой индикации на дисплее дают указание о способе изменении адреса от блока к блоку или внутри блока. Не занятые адреса при этом пропускаются.

Когда устройство работает с ПК, то все данные обрабатываются программой DIGSI и адрес каждого параметра идентифицируется четы-

рехразрядным числом. В дальнейших пояснениях этот номер приводится в скобках.

При попытке покинуть блок параметров или уровень управления без подтверждения изменений клавишей E, на дисплее появится вопрос "SAVE NEW SETTING?" ("Сохранить новые значения?"). Подтвердите "Да" - клавишей U/J и новые значения вступят в силу. Если Вы ответите "Нет" - клавишей N, действие пароля будет прервано, и все изменения, которые были выполнены при последнем вводе пароля, отвергаются. Благодаря этому можно избежать ошибочных изменений. Нажмите клавишу со стрелкой еще раз чтобы перейти к другому блоку или уровню управления.

Когда процесс параметрирования будет закончен нажатием клавиши E, измененные параметры записываются в ЭСППЗУ, где информация сохраняется и при выключении питания.

2.10.2 Начальная индикация. После включения устройства на дисплее сначала появляется тип реле и версия встроенного программного обеспечения. Все устройства снабжены обозначением, считываемым вычислительными машинами (MLFB). Приблизительно через 30 с после включения устройство перейдет к дисплею по умолчанию, т.е. к индикации измеряемых величин токов I_{L1} и I_{L2} . Если нажать клавиши \checkmark , а затем \square дисплей опять перейдет в режим начальной индикации.

Функциональные параметры начинаются с адреса 01. Чтобы попасть в этот блок нажмите: клавишу \checkmark (Рис. 1), клавишу $>$ (второй уровень управления "00 CONFIG.", затем при нажатии клавиши \checkmark Вы попадаете к блоку "01 POWER SYST.DAT" (данные системы).

2.10.4 Уставки междуфазной МТЗ - блок адрес 10



В зависимости от набора функций реле, доступны только те параметры, которые имеют значение для выбранных функций. Параметры для динамического переключения уставок пуска доступны

только, если динамическое переключение сконфигурировано как EXIST (Введено).

Если возможность динамического переключения используется и с этой функцией связан соответствующий двоичный вход, необходимо установить длительность этого динамического переключения T_{dyn} .

Затем задаются уставки ступеней очень большого $I_{>>>}$ и большого $I_{>>}$ токов. Для того, чтобы отстроится от бросков пускового тока, целесообразно ступень $I_{>>}$ использовать с небольшой выдержкой времени. Обычно достаточно от 30 мс до 100 мс.

Токовая отсечка (ступень $I_{>>}$) пускается при некотором мгновенном значении амплитуды тока (преобразованном в действующее значение). Если ток к.з. в 2 раза больше уставки, то эта ступень срабатывает мгновенно, поэтому ее уставка должна быть равной или большей уставки ступени $I_{>>}$. Ступень $I_{>>}$ всегда работает без выдержки времени, ступень $I_{>>}$ - всегда с определенной выдержкой (или мгновенно), независимо от того, какая характеристика выбрана для ступени.

Если устройство предназначено для работы с АПВ, то ступени $I_{>>}$ и $I_{>>>}$ используются для быстрого отключения перед АПВ: перед первым АПВ введена или ступень $I_{>>}$ без выдержки времени (или с небольшой выдержкой) или ступень $I_{>>>}$, чтобы АПВ было успешным. После неуспешного АПВ ступени $I_{>>}$ и $I_{>>>}$ блокируются. Ступень МТЗ с выдержкой времени $I_{>}$ (с независимой выдержкой времени) или I_p (с инверсной характеристикой) остается в работе и, по условиям селективности, будет отключать к.з. в соответствии со своими уставками. Уставки пуска ступеней $I_{>>}$ и $I_{>>>}$ могут не отличаться от уставки ступени МТЗ с выдержкой времени, т.к. малое время срабатывания этих ступеней является определяющим. Отметим, что в реле с функцией АПВ эти ступени после первого АПВ блокируются.

Ступень $I_{>>}$ используется для быстрого отключения к.з. на сборных шинах с небольшой выдержкой времени. Ступень МТЗ с выдержкой времени является резервной при к.з. на отходящих присоединениях.

Установленные выдержки времени являются чистыми временами задержки, в них не входит собственное время работы защиты. Если ступени $I_{>>}$ или $I_{>>>}$ не используются, их уставку по току необходимо установить в ∞ . Это достигается повторным нажатием клавиши (+), после индикации наибольшего устанавливаемого значения.

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> 1 0 T d y n 6 0 0 . 0 s </div>	[1302] Длительность динамического переключения уставок пуска; применяется для фазных токов и для токов на землю Пределы изменения: 0.1 с до 10000.0 с
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> 1 0 I >>> ∞ </div>	[1303] Ток междуфазной токовой отсечки I>>> Пределы изменения: 0.3 до $12.5 \cdot I_N$ или ∞ (ступень не используется)
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> 1 0 I >>> D y ∞ I n </div>	[1304] Ток междуфазной токовой отсечки при динамическом переключении уставок I>>> (dyn) Пределы изменения: 0.3 до $12.5 \cdot I_N$ или ∞ (ступень не используется)
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> 1 0 I >> 2 . 0 I n </div>	[1305] Ток ступени I>> при междуфазных к.з. Пределы изменения: 0.3 до $12.5 \cdot I_N$ или ∞ (ступень не используется)
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> 1 0 I >> d y 3 . 0 I n </div>	[1306] Ток ступени I>> при динамическом переключении уставок I>> (dyn) Пределы изменения: 0.3 до $12.5 \cdot I_N$ или ∞ (ступень не используется)
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> 1 0 T I >> 0 . 0 3 s </div>	[1307] Выдержка времени ступени I>> Пределы изменения: 0.00 с до 60.00 с

Ступень МТЗ с выдержкой времени может использоваться с независимой выдержкой времени, с обратно зависимой характеристикой или с обеими этими характеристиками одновременно.

Необходимо также выбрать между инверсными характеристиками по стандарту IEC или ANSI. В блоке 10 будут представлены только те уставки, которые связаны с установленным режимом работы. Если выбран режим работы с независимой выдержкой времени, т.е. "defTIME" или "IEC O/C" или "ANSI O/C", будут представлены соответствующие уставки. Уставка ступени I> определяется максимальным током нагрузки. Она должна быть отстроена от тока перегрузки, т.к. эта ступень с малой выдержкой времени должна работать при к.з., а не при перегрузках. ПОЭТОМУ уставка этой ступени токовой защиты выставляется 120% максимального тока нагрузки (перегрузки) фидера и 150% максимального тока нагрузки (перегрузки) трансформатора или двигателя.

Если выбрана независимая временная характеристика, то для пуска оцениваются только основные составляющие измеряемых токов. Если выбрана одна из инверсных характеристик, то можно указать, будут ли оцениваться только основные составляющие или действующие значения, включая гармоники и постоянную составляющую. При использовании реле в качестве защиты при коротких замыканиях, рекомендуется оставить заводскую установку этого параметра. Если уставки реле должны быть согласованы с другими защитами, которые работают на действующих значениях, то целесообразно ис-

пользовать при расчетах действующие значения с гармониками и постоянной составляющей.

2.10.6 Уставки МТЗ от к.з. на землю - блок адрес 11

1 1 0 / с EARTH	[1400] Начало блока "МТЗ от к.з. на землю"
1 0 0 / с р е ON	[1401] МТЗ от к.з. на землю Введена
OFF	МТЗ от к.з. на землю Выведена

Если используется ступень большого тока, то необходимо установить параметр $I_{3>>}$, если использование ступени не предполагается этот параметр устанавливается в ∞ . При выборе уставок необходимо рассматривать те же условия, что и для ступени $I_{>>}$. После неуспешного АПВ ступень $I_{3>>}$ блокируется, как и $I_{>>}$.

1 1 I E >> 0 . 5 0 I n	[1402] Ток ступени большого тока $I_{E>>}$ МТЗ от к.з. на землю Пределы изменения: 0.05 до $25.0 \cdot I_n$ или ∞ (ступень не используется)
1 1 I E >> d y 0 . 5 0 I n	[1403] Ток динамической ступени большого тока $I_{E>>dyn}$ МТЗ от к.з. на землю Пределы изменения: 0.05 до $25.0 \cdot I_n$ или ∞ (ступень не используется)
1 1 T I E >> 0 . 1 0 s	[1404] Выдержка времени ступени большого тока $I_{E>>}$ МТЗ от к.з. на землю Пределы изменения: 0.00 до 60.00 с

2.10.7 Уставки защиты от несимметричной нагрузки- блок адрес 24

1 1 C A L C e HARMON	[1415] Только для МТЗ с инверсной характеристикой: Учитываются только основанные составляющие измеряемых токов Учитываются действующие значения измеряемых токов
HARMONIC	

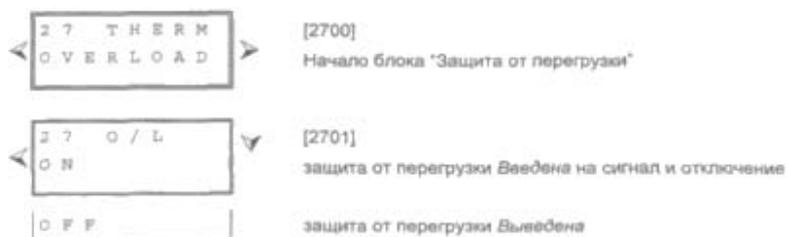
В составе реле имеется защита от несимметричной нагрузки. Защита от несимметричной нагрузки может быть выведена или введена. Заводские уставки подходят для большинства двигателей

2 4 U N B A L L O A D	[1500]	Начало блока * Защита от несимметричной нагрузки *
2 4 U N B - L O N	[1501]	защита от несимметричной нагрузки Введена защита от несимметричной нагрузки Выведена
<hr/>		
2 4 I 2 > 1 0 %	[1502]	Ток ступени I ₂ > Пределы изменения: 8 % до 80 % (относительно номинального тока реле I _н)
2 4 T I 2 > 5 . 0 0 #	[1503]	Выдержка времени ступени I ₂ > Пределы изменения: 0.00 с до 60.00 с
2 4 I 2 > > 5 0 %	[1504]	Ток ступени I ₂ >> Пределы изменения: 8 % до 80 % относительно номинального тока реле I _н
2 4 T I 2 > > 1 . 0 0 #	[1505]	Выдержка времени ступени I ₂ >> Пределы изменения: 0.00 с до 60.00 с

2.10.8 Уставки защиты от перегрузки - блок адрес 27. В устройстве имеется защита от перегрузки. При конфигурировании она должна быть установлена как защита от перегрузки либо с общей памятью ("preLOAD") либо без памяти ("no preLD") и включена "ON". В зависимости от конфигурации для параметрирования доступны только соответствующие уставки.

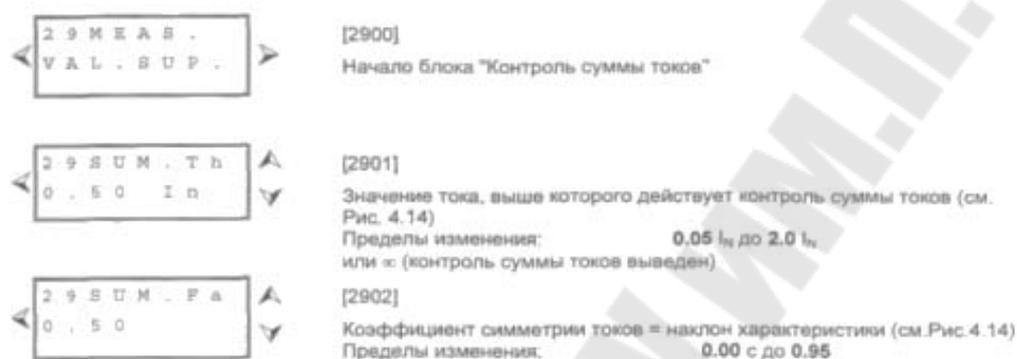
Когда выбрана защита от перегрузки с общей памятью, рассматриваются все циклы нагрузки защищаемого объекта. Таким образом, реле оптимально адаптируется к защищаемому объекту. Когда выбрана защита от перегрузки без памяти, рассматриваются только те токи, которые в 1,1 раза превысили установленное значение. Токи ниже уставки не рассматриваются.

Кабели, трансформаторы и электрические машины очень чувствительны к длительным перегрузкам. Такие перегрузки не выявляются и не могут быть выявлены защитой от коротких замыканий. В защитах от к.з., как правило, применяются очень короткие выдержки времени, которые не позволяют ни разгрузить перегруженный объект, ни оценить его перегрузочную способность.



Защита от несимметричной нагрузки может быть выведена или введена на отключение (включая сигнализацию).

2.10.9 Уставки контроля измеряемых величин- блок адрес 29. Точность контроля измеряемых величин может быть задана в блоке 29.



Если при эксплуатации контроль измеряемых величин будет работать не правильно, его чувствительность должна быть уменьшена.

2.10.10 Уставки АПВ - блок адрес 34. Если в устройстве имеется внутренняя функция АПВ, то для ее работы необходимо, чтобы она была введена (EXIST) при конфигурировании.

Если на защищаемом объекте при срабатывании МТЗ с выдержкой времени АПВ не допускается (например, кабели, трансформаторы, двигатели и т.д.), то внутренняя функция АПВ должна быть выведена (nonEXIST) при конфигурировании. При этом функция АПВ полностью отключается, т.е. не обрабатывается устройством.

Времена бестоковых пауз могут быть заданы отдельно для первых трех циклов АПВ (AR T1, AR T2, и AR T3). Длительность бестоковых пауз в каждом случае определяется индивидуально. Для длинных линий она должна быть больше, чем время погасания дуги и деионизации воздуха, чтобы обеспечить успешность АПВ. (0,6 с до 1,0 с). Для линий с многосторонним питанием длительность паузы определяется устойчивостью сети. По условиям синхронизации в

этом случае бестоковые паузы должны быть короткими, приблизительно 0,3 - 0,6 с.

В радиальных сетях допускаются увеличенные времена бестоковых пауз.

Время восстановления T-REC - это время, после окончания которого случай повреждения считается законченным и фиксируется успешное АПВ. При повторном пуске в это время увеличивается значение счетчика циклов и начинается новый цикл АПВ (если задано многократное АПВ); если больше циклов не предусмотрено, то последнее АПВ считается неуспешным. Время восстановления должно быть большим, чем время работы защиты при включении на устойчивое к.з., т.е., как правило, больше, чем время работы МТЗ с выдержкой времени.

Время блокировки T-LOCK - это период времени после неуспешного АПВ. в течение, которого блокируются все попытки включения через 7SJ602. Это время должно быть больше, чем допустимое время готовности выключателя к работе. Время блокировки при ручном включении T-BLM должно перекрывать время включения и отключения выключателя (0,5 с до 1,0 с). Если в это время возникают условия пуска, то формируется команда окончательного отключения и повторное включение блокируется.

	[3465] Время бестоковой паузы первого цикла АПВ Пределы изменения: 0.05 с до 1800.00 с
	[3466] Время бестоковой паузы второго цикла АПВ, если он задан Пределы изменения: 0.05 с до 1800.00 с
	[3467] Время бестоковой паузы третьего цикла АПВ, если он задан Пределы изменения: 0.05 с до 1800.00 с
	[3468] Время бестоковой паузы четвертого и последующих циклов АПВ, если они заданы Пределы изменения: 0.05 с до 1800.00 с
	[3469] Время восстановления после успешного АПВ Пределы изменения: 0.05 с до 320.00 с
	[3470] Время блокировки после неуспешного АПВ Пределы изменения: 0.05 с до 320.00 с
	[3471] Время блокировки при ручном включении Пределы изменения: 0.50 с до 320.00 с

2.11. Сообщения

2.11.1 Введение. После повреждения в сети - в разделе сообщений можно просмотреть параметры повреждения и последовательность прохождения команд внутри устройства, при проведении испытаний и вводе в эксплуатацию служат для контроля выполняемых функций. Кроме того, в процессе эксплуатации из сообщений получают информацию о состоянии измеряемых параметров и сообщения о состоянии устройства.

Для вызова сообщений не требуется ввод пароля.

Сообщения, генерируемые устройством, могут выдаваться пользователю разными способами:

-Индикация с помощью светодиодов (LED) на передней панели устройства;

-Двоичные выходы (сигнальные реле) через соединительные элементы устройства;

-Индикация на дисплее на передней панели или на экране персонального компьютера через управляющий интерфейс.

Большинство сообщений можно распределять (ранжировать) по светодиодам и двоичным выходам. При этом, с определенными ограничениями, могут быть сформированы многократные и групповые сообщения.

Для просмотра сообщений на панели управления, пролистывайте меню с помощью клавиши 2 до пункта "ANNUNC." (сообщения). Затем клавишей > перейдите на второй уровень управления, где Вы сможете переходить от одних групп сообщений к другим клавишами " и С.

Сообщения подразделяются следующим образом:

Блок 81 Рабочие сообщения; это сообщения, которые могут появляться о время эксплуатации устройства: информация о состоянии функций устройства, измеряемых параметрах и др.

Блок 82. Сообщения о восьми последних случаях повреждения в сети; пуск, срабатывание, АПВ (если имеется и используется), временной ход процессов и т. п. Случай повреждения начинается с пуска любой защитной функции и заканчивается после возврата всех пусковых органов. Если осуществляется АПВ, то повреждение в сети заканчивается после истечения последнего времени восстановления или блокировки; благодаря этому один цикл АПВ (или все циклы) занимают всего один протокол случаев повреждения. В течение одного повреждения в сети может возникнуть несколько случаев срабатыва-

ния (от первого пуска защитной функции до возврата всех пусковых органов).

Блок 84. Индикация рабочих измеряемых величин (амплитуды токов, данные защиты от перегрузки).

Сообщения и измеряемые величины сгруппированы в списки. При достижении некоторого блока сообщений на дисплее будут представлены две строки из списка.

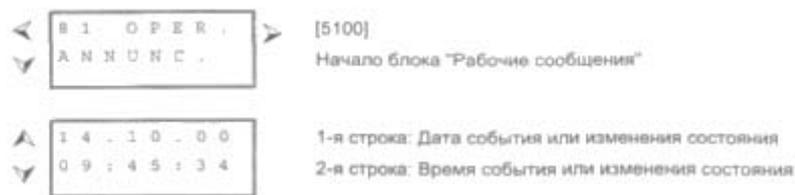
2.11.2 Рабочие сообщения - блок адрес 81. Рабочие сообщения и сообщения о состоянии -это информация, которую выдает устройство в процессе эксплуатации. Они начинаются по адресу 81. Важные события и изменения состояний регистрируются в хронологической последовательности. При этом указывается время в часах, минутах и секундах. В ЗУ сохраняется до 30 сообщений. Если таких сообщений больше, то самое давнее сообщение теряется.

Короткие замыкания в сети указываются только как "FAULT" (повреждение в сети) с порядковым номером повреждения. Подробные данные о протекании повреждения находятся в блоке " FAULT annunciations " (сообщения о повреждении).

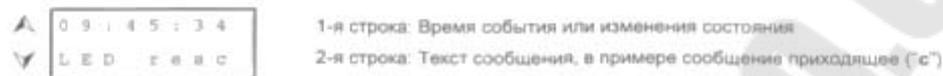
Ввод кодового слова не требуется. В ПАСПОРТЕ УСТРОЙСТВА приведены все возможные рабочие сообщения. В каждом конкретном случае на дисплее появляются только соответствующие сообщения.

Рядом с заключенными в рамочки сообщениями приведены пояснения сокращений. При этом отмечено, регистрируется ли сообщение только как приходящее (с = "coming") или как приходящее и уходящее (с/g = "coming/going").

Для примера сообщения указаны дата и время в первых двух строках дисплея; в третьей строке представлен текст сообщения с отметкой с, указывающей, что сообщение приходящее.



Используйте клавиши со стрелками для просмотра списка сообщений.



Если дата и время в устройстве еще не установлены (см. Раздел 6.5.1), появляется дата 01.01.95, время указывается в виде относительного времени с момента последнего пуска процессорной системы.

2.11.3 Сообщения о случаях повреждения - блок адрес 82

Через переднюю панель или рабочий интерфейс можно считывать сообщения о восьми последних повреждениях в сети. Они записаны по порядку от последнего к предыдущим. При появлении девятого повреждения данные о самом старом повреждении стираются. Для каждого случая повреждения в сети сохраняется до 30 сообщений. Если сообщений было больше, то последняя запись будет "buffer overflow" ("буфер переполнен").

Ввод кодового слова не требуется.

На работающем устройстве, дисплей которого находится в начальном положении, нажимайте клавишу до появления пункта "ANNUNC." С помощью клавиши > перейдите на второй уровень управления и клавишей < - до блока с адресом 82, с которого начинаются сообщения о повреждениях. На третьем уровне управления, доступном с помощью клавиши >, находятся восемь последних случаев повреждений. Отдельные сообщения могут быть прочитаны на четвертом уровне управления (клавиша >). Под термином "случай повреждения" рассматривается период от момента возникновения к.з. до окончательного завершения повреждения. Если осуществляется АПВ, то повреждение в сети заканчивается после истечения последнего времени восстановления или блокировки. В течение одного повреждения в сети может возникнуть несколько случаев срабатывания, от первого пуска защитной функции до возврата всех пусковых органов.

Если дата и время в устройстве еще не установлены, проставляется дата 01.01.95; время указывается в виде относительного вре-

мени с момента последнего пуска процессорной системы. Соответственно, сообщения расположены в хронологическом порядке, начиная от первого срабатывания пусковых органов.

В паспорте устройства приведены все возможные сообщения о повреждениях. В каждом конкретном случае на дисплее появляются только соответствующие сообщения. Для примера приведен случай повреждения



4.4 Управление при работе. В процессе эксплуатации устройства защиты часто бывает необходимо вмешаться в работу функций или сообщений вручную или по какому-либо системному критерию. В устройстве имеется возможность перенастроить часы реального времени и ввести/вывести часть функций при определенных условиях или ввести другие (заранее установленные) уставки (динамическое переключение уставок срабатывания МТЗ).

Функциями можно управлять через переднюю панель, управляющий интерфейс или двоичные входы. Для того чтобы управлять функциями через двоичные входы необходимо, чтобы при установке защиты входы были ранжированы для переключения соответствующих функций и подсоединены.

Управление через встроенную клавиатуру или управляющий интерфейс проводится в пункте меню "ADDITION FUNCTION" (дополнительные функции). На работающем устройстве, дисплей которого находится в начальном положении, нажимайте клавишу ^ до появления пункта "ADDITION FUNCTION". С помощью клавиши > перейдите на второй уровень управления, где клавишей _ можно переходить к требуемым адресам управления.

Когда устройство работает с ПК посредством программы DIGSI®, пункты меню управления идентифицируются четырехразрядными адресами. В последующих пояснениях эти адреса приводятся в начале текста в скобках.



4.4.1 Управление выключателем. Устройство позволяет осуществлять управление силовым выключателем. Из пункта меню "ADDITION FUNCTION" (дополнительные функции) первого уровня управления клавишей > перейдите, как показано выше, на второй уровень управления, и клавишей выберите пункт "BREAKER CONTROL" (управление выключателем).

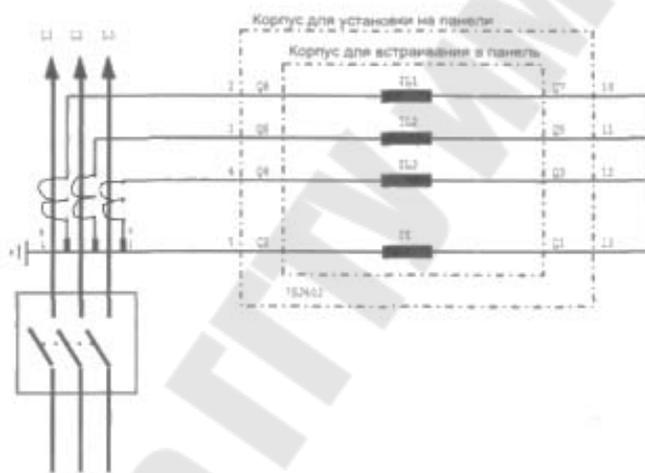


Рис. 28.3 Схема подключения токовых цепей в трехфазном исполнении

5. Порядок выполнения работы.

Порядок выполнения работы изложен в лабораторной работе №25 (п. 3).

6. Контрольные вопросы

1. Назначение устройства?
2. Функции выполняемые устройством?
3. Диапазоны уставок срабатывания защит и автоматики?
4. Как производится расчет уставок зависимой и независимой времятоковой характеристики МТЗ?

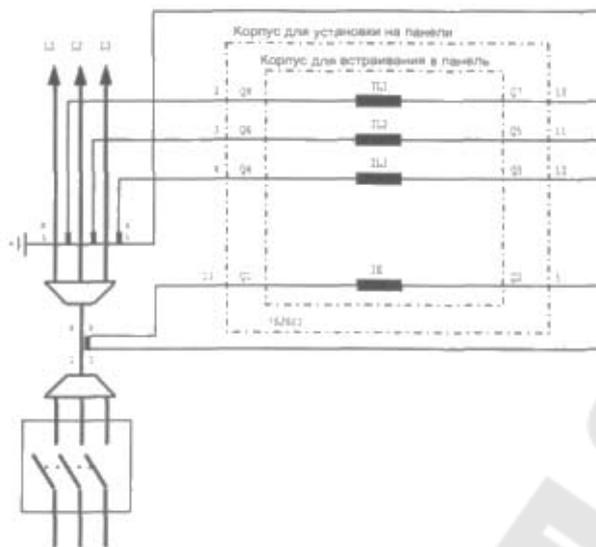


Рис. 28.4 Схема подключения токовых цепей в трехфазном исполнении с отдельным трансформатором в нулевом проводе

5. Как выставить:

5.1 Уставки МТЗ?

5.2 Уставки ТО?

5.3 Уставки АПВ?

5.4 Уставки АЧР?

5.5 Даты и текущего времени?

6. Как произвести:

6.1 Просмотр текущих значений?

6.2 Просмотр журнала аварий?

6.3 Просмотр журнала системы?

6.4 Просмотр журнала ресурса выключателя?

6.5 Просмотр показаний по учету энергии?

7. Как произвести изменения и просмотр конфигурации системы, используя подменю:

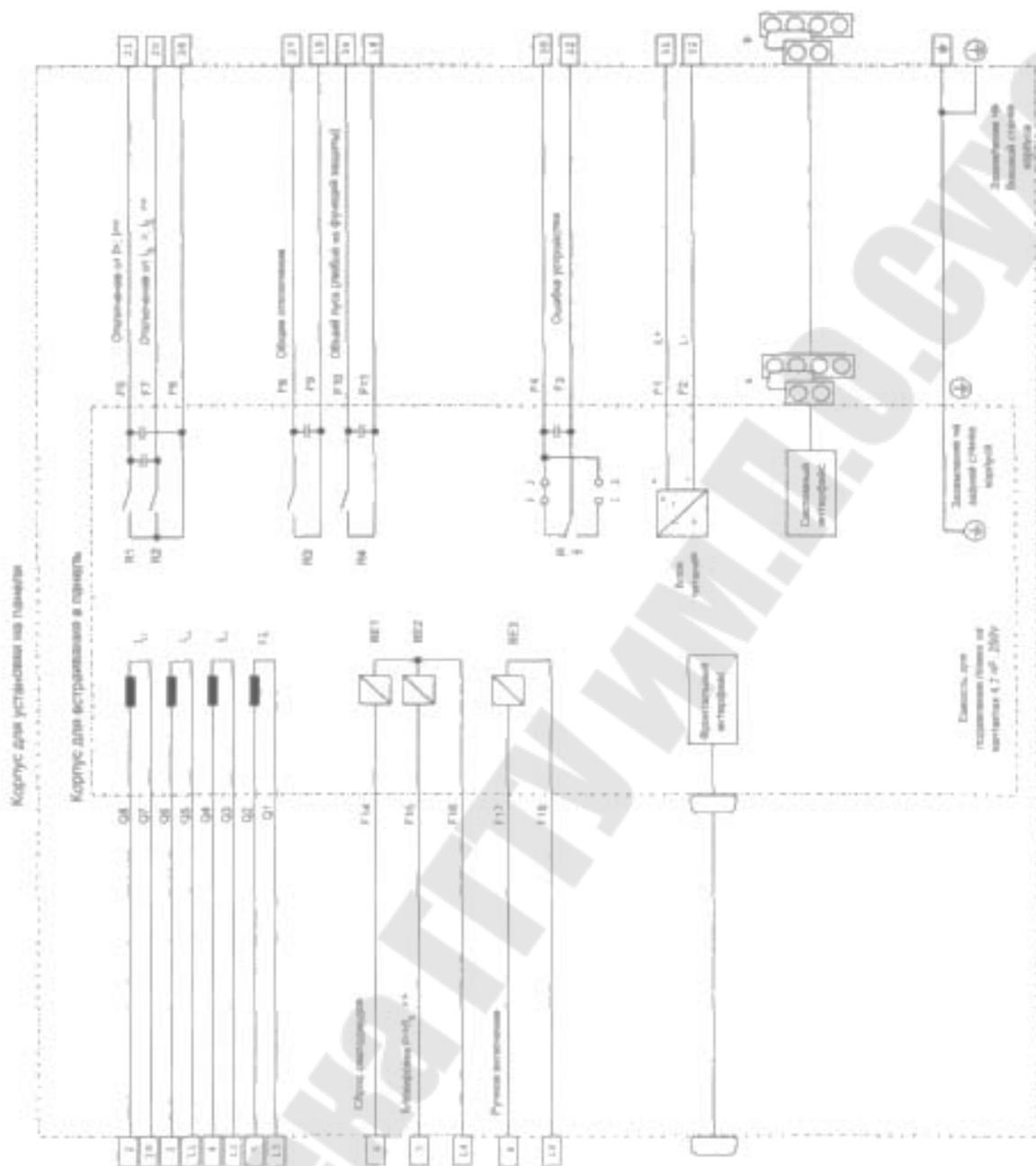
7.1 Измерительный канал?

7.2 Параметры защит?

7.3 Параметры автоматики АПВ?

7.4 Параметры автоматики АЧР?

7.5 Параметры внешних защит?



7. Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Назначение устройства.
3. Функции защит и автоматики выполняемые устройством.
4. Схема привязки устройства к измерительным трансформаторам.
5. Результаты расчетов и испытаний устройства.

Содержание

Лабораторная работа № 14. Защита двигателей переменного тока с применением микропроцессорного блока защит типа БЗ-03	3
Лабораторная работа № 25. Микропроцессорная токовая защита линий 6-10кВ МТЗ-610 Л.....	13
Лабораторная работа № 26. Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-КЛ-11	43
Лабораторная работа № 27. Блок микропроцессорный релейной защиты SPAC 801-01	69
Лабораторная работа № 28. Токовая защита с применением микропроцессорного устройства защиты SIPROTEC 7SJ602	108

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМАХ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

**Лабораторный практикум
для студентов специальности 1-43 01 03
«Электроснабжение (по отраслям)»
дневной и заочной форм обучения**

Авторы-составители: **Евминов** Леонид Иванович
Мороз Денис Равильевич

Подписано в печать 11.01.07.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 7,67. Уч.-изд. л. 7,45.

Изд. № 197.

E-mail: ic@gstu.gomel.by
<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.
Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого».
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.