**ЗАО «РАДИУС Автоматика»**

Утвержден
БПВА.656122.125 РЭ-ЛУ

# Микропроцессорное устройство защиты

# «Сириус-2-В-БПТ»

## Руководство по эксплуатации

## БПВА.656122.125 РЭ

**Москва**

# СОДЕРЖАНИЕ

Сокращения ..... 5

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ..... 6
1.1 Назначение изделия ..... 6
1.2 Технические характеристики ..... 9
1.2.1 Основные параметры и размеры ..... 9
1.2.2 Характеристики ..... 9
1.2.3 Максимальная токовая защита (МТЗ) ..... 11
1.2.4 Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) ..... 14
1.2.5 Защита от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ) ..... 14
1.2.6 Автоматическое включение резерва (АВР) ..... 14
1.2.7 Восстановление схемы нормального режима (ВНР) после АВР ..... 15
1.2.8 Защита минимального напряжения (ЗМН) ..... 16
1.2.9 Автоматика управления высоковольтным выключателем (АУВ) ..... 16
1.2.10 Резервирование при отказе выключателя (УРОВ) ..... 19
1.2.11 Логическая защита шин (ЛЗШ) ..... 20
1.2.12 Автоматическое повторное включение (АПВ) ..... 20
1.2.13 Дуговая защита ..... 21
1.2.14 Контроль ТН ..... 21
1.2.15 Аварийная сигнализация ..... 22
1.2.16 Предупредительная сигнализация ..... 22
1.2.17 Входы с функцией, задаваемой пользователем ..... 22
1.2.18 Реле с функцией, задаваемой пользователем ..... 23
1.2.19 Светодиоды с функцией, задаваемой пользователем ..... 24
1.2.20 Аварийный осциллограф ..... 24
1.2.21 Регистратор событий ..... 25
1.2.22 Поддержка системы точного единого времени ..... 25
1.2.23 Линия связи (ЛС) ..... 26
1.3 Состав изделия ..... 27
1.3.1 Конструкция изделия ..... 27
1.3.2 Модуль контроллера ..... 28
1.3.3 Модуль клавиатуры и индикации ..... 28
1.3.4 Модули оптронных входов ..... 28
1.3.5 Модуль выходных реле ..... 28
1.3.6 Модули входных трансформаторов тока и напряжения ..... 28
1.3.7 Модуль питания и оптронных входов для подключения «сухих» контактов ..... 29
1.3.8 Модуль токовой подпитки и дешунтирования ..... 29
1.4 Устройство и работа ..... 29
1.4.1 Основные принципы функционирования ..... 29
1.4.2 Самодиагностика ..... 30
1.4.3 Входные аналоговые сигналы ..... 30
1.4.4 Входные дискретные сигналы ..... 30
1.4.5 Выходные реле ..... 31
1.4.6 Светодиоды ..... 31
1.4.7 Оперативное управление ..... 32
1.5 Маркировка и пломбирование ..... 32
1.6 Упаковка ..... 32

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ ..... 33
2.1 Эксплуатационные ограничения ..... 33
2.2 Подготовка изделия к использованию ..... 33
2.2.1 Меры безопасности ..... 33
2.2.2 Порядок установки ..... 33
2.3 Использование изделия ..... 34
2.3.1 Взаимодействие пользователя с устройством ..... 34
2.3.2 Работа с клавиатурой и индикатором ..... 34
2.3.3 Информационные разделы диалога устройства ..... 36
2.3.4 Пароль ..... 38

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ..... 39
3.1 Общие указания ..... 39
3.2 Замена элемента питания ..... 39
3.3 Проверка работоспособности изделия ..... 39
4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ..... 41
5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ..... 41
6 УТИЛИЗАЦИЯ ..... 41
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Коды ошибок при самотестировании устройства ..... 42
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Проверка электрического сопротивления изоляции ..... 43
ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное) Расписание входных дискретных сигналов устройства в разделе «Контроль» ..... 43
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) Внешний вид и установочные размеры ..... 44
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) Схемы подключения внешних цепей ..... 47
ПРИЛОЖЕНИЕ Е (справочное) Графики зависимых характеристик ток-время ступеней МТЗ ..... 54
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (обязательное) Диалог устройства ..... 60
ПРИЛОЖЕНИЕ И (справочное) Функциональные логические схемы (ФЛС) ..... 69
ПРИЛОЖЕНИЕ К (справочное) Причины срабатывания устройства ..... 72
ПРИЛОЖЕНИЕ Л (справочное) Точки подключения регистратора событий ..... 73

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для ознакомления с возможностями, принципами работы, конструкцией и правилами эксплуатации, хранения, транспортирования и утилизации микропроцессорного устройства защиты «Сириус-2-В–БПТ» (далее – устройство, терминал).

При эксплуатации устройства, кроме требований данного руководства по эксплуатации, необходимо соблюдать общие требования, устанавливаемые инструкциями и правилами эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.

К эксплуатации устройства допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

Перед установкой устройства рекомендуется произвести проверку его технических характеристик в лабораторных условиях.

Винт заземления устройства должен быть соединен с контуром заземления подстанции медным проводом сечением не менее 2 мм$^2$.

Конструкция устройства выполнена по модульному принципу, позволяющему поставлять устройства с различной аппаратной конфигурацией. Конфигурация устройства должна обеспечивать выполнение функций РЗА конкретного присоединения и согласовываться при оформлении заказа на поставку.

Полное название устройства состоит из следующих элементов:

Устройство «Сириус-2-В-БПТ-rr-ss»,

где

«Сириус-2-В-БПТ» – фирменное название устройства,

rr – исполнение устройства по наличию реле дешунтирования:

Р0 – реле «Дешунтирование» отсутствует;

Р2 – реле «Дешунтирование» присутствует

ss – исполнение устройства по третьему интерфейсу линии связи:

И1 – для исполнения с интерфейсом RS485;

И3 – для исполнения с интерфейсом Ethernet по «витой паре» (100BASE-TX).

Пример записи устройства «Сириус-2-В-БПТ» с реле «Дешунтирование» и дополнительным интерфейсом RS485 при заказе:

«Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-2-В-БПТ-Р2-И1»
ТУ 3433-002-54933521-2009».

Редакция от 17 мая 2016 г.

# Сокращения

АВР – автоматическое включение резерва;
АПВ – автоматическое повторное включение;
АУВ – автоматика управления выключателем;
ВМ – вольтметровая (блокировка);
ВНР – восстановление схемы нормального режима (после АВР);
ЗМН – защита минимального напряжения;
ЗОФ – защита от обрыва фаз;
КЗ – короткое замыкание;
ЛЗШ – логическая защита шин;
ЛС – линия связи;
МТЗ – максимальная токовая защита;
НЗ – нормально-замкнутый (контакт);
НР – нормально-разомкнутый (контакт);
ОЗЗ – однофазное замыкание на землю;
ОНМ – орган направления мощности;
РПВ – реле положения выключателя – «включено»;
РПО – реле положения выключателя – «отключено»;
РТМ – расцепитель максимального тока;
РФК – реле фиксации команды «включено»;
РЭ – руководство по эксплуатации (настоящий документ);
ТН – трансформатор напряжения (измерительный);
ТТ – трансформатор тока (измерительный);
ТУ – телеуправление;
УРОВ – устройство резервирования отказов выключателя;
ФЛС – функциональная логическая схема (устройства);
ШП – шинки питания;
ШУ – шинки управления;
ЭМО – электромагнит отключения.

# 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

## 1.1 Назначение изделия

1.1.1 Устройство предназначено для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации вводного выключателя напряжением 3–35 кВ.

1.1.2 Устройство предназначено для работы на подстанциях с переменным оперативным током и может непосредственно работать с выключателями, оснащенными токовыми электромагнитами отключения, включенными «по схеме дешунтирования», а также с выключателями, отключение которых производится от предварительно заряженного конденсатора.

1.1.3 Устройство устанавливается в релейных отсеках КРУ, КРУН и КСО, на панелях и в шкафах в релейных залах и пультах управления электростанций и подстанций 3–35 кВ.

1.1.4 Устройство является комбинированным микропроцессорным терминалом релейной защиты и автоматики.

Применение в устройстве модульной мультипроцессорной архитектуры наряду с современными технологиями поверхностного монтажа обеспечивают высокую надежность, большую вычислительную мощность и быстродействие, а также высокую точность измерения электрических величин и временных интервалов, что дает возможность снизить ступени селективности и повысить чувствительность терминала.

1.1.5 Реализованные в устройстве алгоритмы функций защиты и автоматики, а также схемы его подключения разработаны по требованиям к отечественным системам РЗА в сотрудничестве с представителями энергосистем и проектных институтов. Это обеспечивает совместимость с аппаратурой, выполненной на различной элементной базе, а также облегчает внедрение новой техники проектировщикам и эксплуатационному персоналу.

1.1.6 Устройство может применяться для защиты элементов распределительных сетей как самостоятельное устройство, так и совместно с другими устройствами РЗА (например, дуговой защитой, защитой от ОЗЗ, защитой шин и т.д.).

1.1.7 Устройство обеспечивает следующие эксплуатационные возможности:

- выполнение функций защит, автоматики и управления, определенных ПУЭ и ПТЭ;
- ввод и хранение уставок защит и автоматики;
- блокировку всех выходов при неисправности устройства для исключения ложных срабатываний;
- получение дискретных сигналов управления и блокировок, выдачу команд управления, аварийной и предупредительной сигнализации;
- подпитка от токовых цепей при пропадании питания от оперативного тока;
- использование в схемах дешунтирования и в схемах с предварительно заряженным конденсатором;
- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы;
- гальваническую развязку всех входов и выходов (включая питание) для обеспечения высокой помехозащищенности;
- высокое сопротивление и прочность изоляции входов и выходов относительно корпуса и между собой для повышения устойчивости устройства к перенапряжениям, возникающим во вторичных цепях КРУ.

1.1.8 Функции защиты, выполняемые устройством:

- максимальная токовая защита (МТЗ):
  - три ступени;
  - контроль двух или трех фаз;
  - направленность;
  - пуск по напряжению;
  - автоматическое ускорение;
  - возможность действия на сигнализацию (ступень 3)
- защита минимального напряжения (ЗМН);
- защита от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ);
- защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) по напряжению основной частоты;
- логическая защита шин (ЛЗШ).

1.1.9 Функции автоматики, выполняемые устройством:

- резервирование при отказе выключателя (УРОВ);
- автоматическое повторное включение (АПВ);

- автоматика управления выключателем (АУВ):
  - контроль и индикация положения выключателя, а также контроль исправности его цепей управления;
  - операции отключения и включения выключателя по внешним командам с защитой от многократных включений выключателя;
  - возможность управления выключателями с несколькими электромагнитами отключения.
- автоматическое включение резерва (АВР);
- включение нормального режима (ВНР) после АВР.

1.1.10 Дополнительные сервисные функции:

- исполнение внешней команды дуговой защиты;
- поддержка системы единого точного времени подстанции;
- определение вида повреждения (на основании тока ввода);
- цифровой осциллограф;
- регистратор событий;
- передача параметров аварии и параметризация функций защит и автоматики по ЛС;
- измерение времени срабатывания защиты и отключения выключателя;
- встроенные часы-календарь;
- измерение текущих фазных токов ввода, фазных напряжений ввода, линейных напряжений секции;
- расчет энергии (отдаваемой и принимаемой) и мощности на основании тока ввода и напряжения секции,
- реле с функцией, задаваемой пользователем (3 шт.);
- входы с функцией, задаваемой пользователем (8 шт.);
- светодиоды с функцией, задаваемой пользователем (3 шт.).

1.1.11 Устройство производит измерение электрических параметров входных аналоговых сигналов фазных токов ввода ($I_A$, $I_B$, $I_C$), линейных напряжений ввода ($U_{AB}$, $U_{BC}$) и фазных напряжений секции ($U_A$, $U_B$, $U_C$).

При измерениях осуществляется компенсация апериодической составляющей, а также фильтрация высших гармоник входных сигналов. Для сравнения с уставками защит используется только действующее значение первой гармоники входных сигналов.

Для устранения существенного изменения тока срабатывания защиты при насыщении первичных трансформаторов тока в устройстве предусмотрено восстановление синусоидальной формы тока вплоть до 50% погрешности ТТ.

1.1.12 Устройство оперирует вторичными сигналами тока и напряжения. Все уставки, если отдельно не указано иное, задаются во вторичных значениях. Первичные значения рассчитываются устройством на основании информации о номинальном первичном токе ТТ и номинальном первичном напряжении ТН. Эти параметры задаются с помощью уставок «Общие»–«Iном» и «Общие»–«Uном» соответственно.

1.1.13 Устройство способно выполнять свои функции при отсутствии ТТ в фазе «В». В этом случае необходимо задать уставку «Общие»–«ТТ фазы В»=«НЕТ». Тогда ток фазы «В» будет вычисляться по формуле

$$\vec{I}_B = -\vec{I}_A - \vec{I}_C \qquad (1)$$

1.1.14 На основании измеренных параметров производится расчет следующих величин (по току ввода и напряжению секции):

- линейных напряжений $U_{AB\ секции}$, $U_{BC\ секции}$, $U_{CA\ секции}$;
- активной (+Ea) и реактивной (+Er) энергии отдаваемой;
- активной (-Ea) и реактивной (-Er) энергии принимаемой;
- активной (P) и реактивной (Q) мощности;
- симметричных составляющих

тока прямой последовательности

$$\vec{I}_1 = \frac{\vec{I}_A + \vec{I}_B \cdot e^{j120°} + \vec{I}_C \cdot e^{-j120°}}{3} \qquad (2)$$

тока обратной последовательности

$$\vec{I}_2 = \frac{\vec{I}_A + \vec{I}_B \cdot e^{-j120°} + \vec{I}_C \cdot e^{j120°}}{3} \qquad (3)$$

напряжения прямой последовательности

$$\vec{U}_1 = \frac{\vec{U}_A + \vec{U}_B \cdot e^{j120°} + \vec{U}_C \cdot e^{-j120°}}{3} \qquad (4)$$

напряжения обратной последовательности

$$\vec{U}_2 = \frac{\vec{U}_A + \vec{U}_B \cdot e^{-j120^\circ} + \vec{U}_C \cdot e^{j120^\circ}}{3} \quad (5)$$

напряжение нулевой последовательности

$$3\vec{U}_0 = \vec{U}_A + \vec{U}_B + \vec{U}_C \quad (6)$$

1.1.15 Устройство может быть применено как для энергосистем с прямым чередованием фаз «АВС», так и с обратным «АСВ». Чередование фаз задается уставкой «Общие»–«Черед.фаз».

Следует обратить внимание, что расчет симметричных составляющих по формулам (2)–(5) справедлив только при прямом чередовании фаз («Общие»–«Черед.фаз»=«ПРЯМОЕ»). При обратном чередовании фаз («Общие»–«Черед.фаз»=«ОБРАТНОЕ») устройство меняет местами фазы «В» и «С» в формулах (2)–(5).

1.1.16 Устройство отображает положение цепей управления выключателя с помощью светодиодов «ОТКЛ» и «ВКЛ» лицевой панели (см. рисунок Г.1). В зависимости от принятой в данной энергосистеме традиции обозначения цветов положения выключателя, устройство может отображать положение «Отключено» зеленым цветом и «Включено» красным («Общие»–«Цвет В/О»=«ЗЕЛ/КР»), либо наоборот («Общие»–«Цвет В/О»=«КР/ЗЕЛ»).

1.1.17 Элементная база входных и выходных цепей обеспечивает совместимость устройства с любыми устройствами защиты и автоматики разных производителей – электромеханическими, электронными, микропроцессорными, а также сопряжение со стандартными каналами телемеханики.

1.1.18 Устройство имеет ЛС для передачи на компьютер данных аварийных отключений, просмотра и изменения уставок, контроля текущего состояния устройства, а также дистанционного управления выключателем.

1.1.19 Устройство может поставляться самостоятельно для использования на действующих объектах при их модернизации или реконструкции. Кроме того, устройство может входить в комплектные поставки при капитальном строительстве электроэнергетических объектов.

1.1.20 Устройства изготавливаются в климатическом исполнении УХЛ3.1 по ГОСТ 15543.1 и ГОСТ 15150:

- верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации +55°С;
- нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации минус 20°С;
- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации минус 40°С (при снижении температуры ниже минус 20°С основные функции защиты сохраняются, но информация, отображаемая на жидкокристаллическом индикаторе, становится нечитаемой);
- относительная влажность при +25°С – до 98%.

1.1.21 Номинальные рабочие значения механических внешних воздействующих факторов – по ГОСТ 17516.1 для группы механического исполнения М7:

- синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 0,5 до 100 Гц с амплитудой ускорения 10 м/с$^2$ (1g), степень жесткости 10а;
- удары многократного действия с пиковым ударным ускорением 30 м/с$^2$ (3g) и длительностью действия от 2 до 20 мс, степень жесткости 1.

1.1.22 Устройство предназначено для эксплуатации в следующих условиях:

- высота над уровнем моря не более 2000 м, при использовании на большей высоте необходимо использовать поправочный коэффициент, учитывающий снижение электрической прочности изоляции, согласно ГОСТ 15150;
- окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию и металлы;
- место установки должно быть защищено от попадания брызг, воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные параметры и размеры

1.2.1.1 Питание устройства осуществляется от источника переменного (от 45 до 55 Гц), постоянного или выпрямленного напряжения 220 В. Рабочий диапазон отклонения напряжения питания – +10/–20%. При снижении напряжения питания устройства ниже нижней границы его рабочего диапазона, питание осуществляется от токовых цепей. Необходимым условием питания от токовых цепей является наличие хотя бы в одной фазе тока не менее 4 А.

1.2.1.2 Мощность, потребляемая устройством от источника оперативного тока:

- в дежурном режиме не более 7 Вт;
- в режиме срабатывания защит не более 15 Вт.

1.2.1.3 Габаритные размеры устройства не превышают 305×190×204 мм.

1.2.1.4 Масса устройства без упаковки не превышает 10 кг.

1.2.2 Характеристики

1.2.2.1 Характеристики устройства указаны в таблице 3.

1.2.2.2 Дополнительная погрешность измерения токов, а также дополнительная погрешность срабатывания при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне не превышает 1% на каждые 10°С относительно 20°С.

1.2.2.3 Дополнительная погрешность измерения токов и срабатывания при изменении частоты входных сигналов в диапазоне от 45 до 55 Гц не превышает 2% на каждый 1 Гц относительно 50 Гц.

1.2.2.4 Устройство 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.

1.2.2.5 Устройство обеспечивает хранение параметров настройки и конфигурации защит и автоматики (уставок) в течение всего срока службы вне зависимости от наличия питающего напряжения. Ход часов и зафиксированные данные в памяти сохраняются при пропадании оперативного питания на время до нескольких лет.

1.2.2.6 Устройство выполняет функции защиты со срабатыванием выходных реле при полном пропадании оперативного питания и при отсутствии подпитки от токовых цепей в течение времени, указанного в таблице 1.

Таблица 1 – Время работы устройства при пропадании оперативного питания

| Вид питания | Величина напряжения, В | Время работы, с |
|---|---|---|
| переменное | 220 | 1,7 |
| постоянное | 220 | 0,7 |
| переменное | 176 | 1,0 |

При отсутствии напряжения оперативного питания (при питании только от токовых цепей) устройство выполняет функции защиты со срабатыванием выходных реле после снятия тока подпитки не менее 0,2 с.

1.2.2.7 Время готовности устройства к работе после подачи оперативного питания не превышает 0,4 с. В случае питания устройства от токовых цепей при отсутствии напряжения время готовности не превышает значений, представленным в таблице 2.

Таблица 2 – Время готовности устройства при питании от токовой подпитки

| Ток подпитки, А | Время готовности, с |
|---|---|
| 5 | 0,7 |
| 10 | 0,5 |
| 40 | 0,4 |

1.2.2.8 Наработка на отказ устройства составляет 125000 часов.

1.2.2.9 Устройство соответствует исполнению IP52 по лицевой панели и IP20 по остальным в соответствии с ГОСТ 14254 (МЭК 70-1, EN 60529), кроме клемм подключения токовых цепей.

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

- не менее 100 МОм в нормальных климатических условиях;
- не менее 1 МОм при повышенной влажности (относительная влажность – 98%).

Нормальными климатическими условиями считаются:

- температура окружающего воздуха — (25±10)°С;
- относительная влажность — от 45 до 80%;
- атмосферное давление — от 630 до 800 мм рт. ст.

Таблица 3 – Характеристики устройства

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| 1 Входные аналоговые сигналы: | |
| число входов по току | 3 |
| номинальный ток фаз ($I_A$, $I_B$, $I_C$), А | 5 |
| максимальный контролируемый диапазон токов в фазах, А | 0,2 – 200 |
| рабочий диапазон токов в фазах, А | 1,0 – 200 |
| основная относительная погрешность измерения токов в фазах, % | ±3 |
| термическая стойкость токовых цепей, А, не менее: | |
| длительно | 15 |
| кратковременно (2 с) | 200 |
| частота переменного тока, Гц | 50 ±0,5 |
| потребляемая мощность входных цепей фазных токов в номинальном режиме, В·А, не более: | 0,5 |
| число входов по напряжению | 5 |
| номинальное напряжение ($U_{A\ секции}$, $U_{B\ секции}$, $U_{C\ секции}$, $U_{AB\ ввода}$, $U_{BC\ ввода}$), В | 100 |
| максимальный контролируемый диапазон напряжений, В | 1 – 150 |
| рабочий диапазон напряжений, В | 2 – 120 |
| основная относительная погрешность измерения напряжений в фазах, % | ±3 |
| термическая стойкость цепей напряжения, В, не менее: | |
| длительно | 150 |
| кратковременно (2 с) | 200 |
| частота переменного тока, Гц | 50 ±0,5 |
| потребляемая мощность входных цепей для напряжений в номинальном режиме ($U$ = 100 В), В·А, не более | 0,5 |
| 2 Входные дискретные сигналы (220 В) | |
| число входов | 16 |
| входной ток, мА, не более | 10 |
| напряжение надежного срабатывания, В | 160–264 |
| напряжение надежного несрабатывания, В | 0–145 |
| напряжение возврата, В | 130–140 |
| длительность сигнала, мс, не менее | 20 |
| 3 Входные дискретные сигналы (для подключения «сухих» контактов) | |
| число входов | 3 |
| напряжение питания (постоянного тока) входов, В | 24 |
| длительность сигнала, мс, не менее | 20 |
| 4 Выходные дискретные сигналы управления (220 В) | |
| количество выходных сигналов (групп контактов) | 12 (21) |
| коммутируемое напряжение переменного или постоянного тока, В, не более | 300 |
| коммутируемый постоянный ток замыкания/размыкания при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени L/R = 50 мс, А, не более | 6 / 0,25 |
| коммутируемый переменный ток замыкания/размыкания при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени L/R = 50 мс, А, не более | 6 / 6 |
| 5 Реле дешунтирования (для исполнения Р2) | |
| коммутируемый переменный ток, А, не более | 150 |
| термическая стойкость, А, не менее: | |
| длительно | 10 |
| кратковременно (0,5 с) | 150 |
| кратковременно (2 с) | 50 |

1.2.2.11 Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии при нормальных климатических условиях (п.1.2.2.10) без пробоя и перекрытия выдерживает:

– испытательное напряжение переменного тока 2 кВ (действующее значение) частотой 50 Гц в течение 1 мин;
– импульсное испытательное напряжение (по три импульса положительных и отрицательных) с амплитудой до 5 кВ, длительностью переднего фронта 1,2 мкс, длительностью импульса 50 мкс и периодом следования импульсов – 5 с.

1.2.2.12 Устройство выполняет свои функции при воздействии помех с параметрами, приведенными в таблице 4.

Таблица 4 – Предельные воздействия помех, при которых устройство выполняет свои функции

| Вид помехи | Степень жесткости | ГОСТ, МЭК | Критерий функционирования | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| Повторяющиеся затухающие колебания частотой 0,1—1,0 МГц | 3 | ГОСТ Р 51317.4.12-99<br>МЭК 61000-4-12-95 | А | 2,5 кВ – провод-земля<br>1,0 кВ – провод-провод |
| Наносекундные импульсные помехи | 4 | ГОСТ Р 51317.4.4-99<br>МЭК 61000-4-4-95 | А | 4 кВ – питание<br>2 кВ – остальные цепи |
| Электростатические помехи | 3 | ГОСТ Р 51317.4.2-99<br>МЭК 61000-4-2-95 | А | 8 кВ – воздушный<br>6 кВ – контактный |
| Магнитное поле промышленной частоты | 5 | ГОСТ Р 50648-94<br>МЭК 1000-4-8-93 | А | 100 А/м – постоянно<br>1000 А/м - кратковременно |
| Радиочастотное электромагнитное поле | 3 | ГОСТ Р 51317.4.3-99<br>МЭК 61000-4-3-96 | А | 26–1000 МГц<br>10 В/м |
| Микросекундные импульсы большой энергии | 4 | ГОСТ Р 51317.4.5-99<br>МЭК 61000-4-5-95 | А | 4 кВ |
| Кондуктивные низкочастотные помехи | 3 | ГОСТ Р 51317.4.6-99<br>МЭК 61000-4-6-96 | А | 10 В<br>140 дБ |
| Импульсное магнитное поле | 4 | ГОСТ Р 50649-94<br>МЭК 1000-4-9-93 | А | 8/20 мкс<br>±300 А/м |
| Затухающее колебательное магнитное поле | 5 | ГОСТ Р 50652-94<br>МЭК 1000-4-10-93 | А | 100 кГц<br>±100 А/м |

1.2.3 Максимальная токовая защита (МТЗ)

1.2.3.1 Устройство располагает тремя независимыми ступенями функции.

1.2.3.2 Наличие ступени в устройстве определяется уставкой «Функция» этой ступени. Первая ступень (МТЗ-1) может работать как ускоряющая отсечка («МТЗ-1»-«Функция»=«УСК.ОТС.»), т.е. вводиться в работу только на 1 с после включения выключателя.

1.2.3.3 Действие ступени

1.2.3.3.1 Третья ступень (МТЗ-3) может действовать как на выключатель («МТЗ-3»-«Действие»=«Защита»), так и индикацию («МТЗ-3»-«Действие»=«Сигнал») неисправности «Перегрузка 3» (см. п.2.3.3.5).

1.2.3.3.2 Первые две ступени (МТЗ-1 и МТЗ-2) действуют только на отключение выключателя.

1.2.3.4 Срабатывание пускового органа ступени происходит при превышении током, максимального из вторичных фазных, значения уставки «I» этой ступени.

1.2.3.5 Коэффициент возврата пусковых органов по току составляет 0.95 (для уставок току более 2 А) и 0.92 (для уставок току менее 2 А).

1.2.3.6 Задержка срабатывания

1.2.3.6.1 Первая ступень (МТЗ-1) имеет независимую от тока задержку срабатывания (7). Она определяется уставкой «МТЗ-1»–«Т».

1.2.3.6.2 Задержки срабатывания второй (МТЗ-2) и третьей (МТЗ-3) ступеней определяются их уставками «Хар-ка» Эти уставки могут иметь следующие виды зависимостей времени срабатывания от тока:

1. Независимая характеристика – «НЕЗАВ.»

$$t = T\,[c] \qquad (7)$$

2. Нормально инверсная характеристика (по МЭК 255-4) – «НОРМ.ИНВ.» (см. рисунок Е.1)

$$t = \frac{0{,}14 \times T}{\left(I/I_{УСТ}\right)^{0{,}02} - 1}\,[c] \qquad (8)$$

3. Сильно инверсная характеристика (по МЭК 255-4) – «СИЛЬНО ИНВ.» (см. рисунок Е.2)

$$t = \frac{13{,}5 \times T}{\left(I/I_{УСТ}\right) - 1}\left[c\right] \qquad (9)$$

4. Чрезвычайно инверсная характеристика (по МЭК 255-4) – «ЧРЕЗВ.ИНВ.» (см. рисунок Е.3)

$$t = \frac{80 \times T}{\left(I/I_{УСТ}\right)^2 - 1}\left[c\right] \qquad (10)$$

5. Крутая (типа реле РТВ-1) – «РТВ-1» (см. рисунок Е.5)

$$t = \frac{1}{30 \times \left(I/I_{УСТ} - 1\right)^3} + T\left[c\right] \qquad (11)$$

6. Пологая (типа реле РТ-80, РТВ-IV) – «РТ-80» (см. рисунок Е.4)

$$t = \frac{1}{20 \times \left(\left(I/I_{УСТ} - 1\right)/6\right)^{1,8}} + T\left[c\right] \qquad (12)$$

где t – расчетное время срабатывания;
$I$ – входной ток;
$I_{УСТ}$ – уставка «I» ступени МТЗ;
$T$ – уставка «Т» ступени МТЗ.

1.2.3.6.3 Максимальная расчетная выдержка времени зависимых времятоковых характеристик ограничивается на уровне 300 с. Если рассчитанное время срабатывания превышает 300 с, то срабатывание защиты не происходит.

1.2.3.7 Реле «Пуск МТЗ» (см. п.1.4.5.5) срабатывает при пуске всех ступеней функции, действующих на отключение выключателя.

1.2.3.8 Срабатывание любой ступени может инициировать процесс АПВ (см. п.1.2.12.3).

1.2.3.9 Блокировка любой ступени может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка» как блокировку функции требуемой ступени (см. п.1.2.17.2) После чего подать активный (см. п.1.2.17.3) сигнал на этот вход.

1.2.3.10 Ускорение МТЗ

1.2.3.10.1 Любое включение выключателя (см. п.1.2.9.3) формирует возможность разрешения запуска ускорения всех ступеней в течение 1 с.

1.2.3.10.2 Возможность запуска конкретной ступени ускоренно определяется уставкой «Ускорение» этой ступени.

1.2.3.10.3 Время ускорения определяется общей для всех ступеней уставкой «МТЗ общие»–«Тускорения».

1.2.3.10.4 В течение времени введения ускорения зависимость времени срабатывания от тока осуществляется по (7) вне зависимости от значения уставка «Хар-ка» ступени.

1.2.3.10.5 Срабатывание ускоренной степени МТЗ происходит через наименьшее из двух времен: собственного времени задержки срабатывания ступени («Т») и времени задержки срабатывания при ускорении («МТЗ общие»–«Тускорения»).

1.2.3.11 Пуск по напряжению

1.2.3.11.1 Пуск по напряжению позволяет лучше отстроиться от нагрузочных токов. Все ступени имеют возможность такого пуска. Она определяется уставкой «Пуск по U» ступени.

1.2.3.11.2 Пуск по напряжению может быть осуществлен как комбинировано («МТЗ общие»–«Пуск по U»=«КОМБ»), так и ВМ блокировкой («МТЗ общие»–«Пуск по U»=«ВМ»). В первом случае требуется либо снижения любого из междуфазных вторичных напряжений ниже значения уставки «МТЗ общие»–«$U_{ВМ\ БЛОК}$», либо превышения вторичным напряжением обратной последовательности значения уставки «МТЗ общие»–«$U_2$»; во втором – только снижения любого из междуфазных вторичных напряжений ниже значения уставки «МТЗ общие»–«$U_{ВМ\ БЛОК}$».

1.2.3.11.3 Пуск по напряжению автоматически выводится при отключенном выключателе.

1.2.3.11.4 В случае выявления факта неисправности ТН секции (см. п.1.2.14.1) с помощью уставки «Неисправности ТН»–«Пуск по U» все ступени с пуском по напряжения переводятся в режим без пуска по напряжению («Выв.пуска»), либо полностью блокируются («Вывод МТЗ»).

1.2.3.11.5 Погрешность срабатывания пуска по напряжению составляет ±3% от значения уставки.

1.2.3.12 Направленность

1.2.3.12.1 Первые две ступени (МТЗ-1 и МТЗ-2) могут быть выполнены направленными, то есть срабатывать только при условии заданного направления мощности.

1.2.3.12.2 Ввод направленного действия ступени осуществляется с помощью уставки «Направленность» ступени. Это уставка позволяет определить срабатывание ступени при прямом направлении мощности («ВКЛ») или же перевести ступень в ненаправленный режим («ОТКЛ»).

В случае направленного действия ступени («Направленность»=«ВКЛ») сигналами «Блокировка ОНМ1» и «Блокировка ОНМ2» можно обеспечить выполнение условий срабатывания соответствующих направленных ступеней вне зависимости от фактического направления мощности. Подача этих сигналов к устройству реализуется с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем (см. п.1.2.17). Таким входам необходимо выставить уставки «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка» как «Блок.ОНМ1» и «Блок.ОНМ2» соответственно.

1.2.3.12.3 Первую ступень функции при её направленном действии («МТЗ-1»–«Направленность»=«ВКЛ») в случае выявления факта неисправности ТН секции (см. п.1.2.14.1) можно перевести в ненаправленный режим («Неисправности ТН»–«ОНМ1»=«Вывод.направл»), либо полностью заблокировать («Неисправности ТН»–«ОНМ1»=«Вывод МТЗ»).

1.2.3.12.4 Вторую ступень функции при её направленном действии («МТЗ-2»–«Направленность»=«ВКЛ») в случае выявления факта неисправности ТН секции (см. п.1.2.14.1) можно перевести в ненаправленный режим («Неисправности ТН»–«ОНМ2»=«Вывод.направл»), либо полностью заблокировать («Неисправности ТН»–«ОНМ2»=«Вывод МТЗ»).

1.2.3.12.5 Имеется возможность вывести направленность любой направленной ступени при ускорении с помощью уставки «ОНМ при ускор.»=«ОТКЛ» ступени. Действие данной уставки не зависит уставки «Ускорение» ступени (см. п.1.2.3.10.2).

1.2.3.13 Определение направления мощности

1.2.3.13.1 Определение направления мощности осуществляется с помощью органа направления мощности (ОНМ) по так называемой 90° схеме сочетания токов и напряжений секции: $I_A$ и $U_{BC}$; $I_B$ и $U_{CA}$; $I_C$ и $U_{AB}$. Схема именуется по углам между напряжением и током, подведенным к устройству в симметричном трехфазном режиме при условии, что токи в фазах совпадают с одноименными фазными напряжениями. Направление мощности определяется по величине фазового угла между током и напряжением отдельно для каждой пары сигналов.

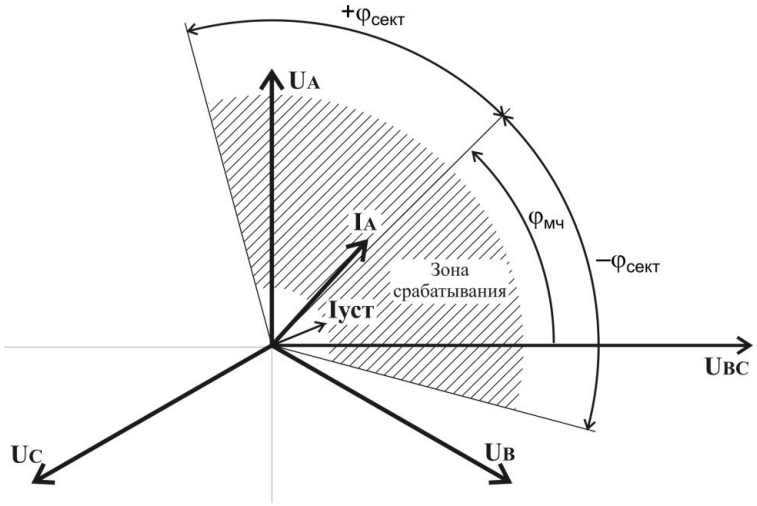


Рисунок 1 – Поясняющая диаграмма определения направления мощности

1.2.3.13.2 Устройство имеет два идентичных независимых друг от друга ОНМ. Один из них предназначен для работы с первой ступенью функции МТЗ; другой – со второй ступенью. Уставки каждого ОНМ задаются индивидуально в группе уставок соответствующей ступени МТЗ.

1.2.3.13.3 Область срабатывания ОНМ задается с помощью уставок угла максимальной чувствительности «$\varphi_{м.ч.}$» и зоны срабатывания «$\varphi_{СЕКТОРА}$» ступени. Угол «$\varphi_{м.ч.}$» отсчитывается от вектора напряжения секции $U_{AB}$ ($U_{CA}$, $U_{BC}$) против часовой стрелки. Зона срабатывания «$\varphi_{СЕКТОРА}$» отсчитывается от угла «$\varphi_{м.ч.}$» в обе стороны.

Разрешение работы направленной ступени МТЗ будет происходить при попадании хотя бы одной пары сигналов тока и напряжения в зону срабатывания.

1.2.3.13.4 Порог чувствительности ОНМ по току — заданное значение уставки «I» ступени (см. п.1.2.3.4), по напряжению – 2 В.

1.2.3.13.5 При нечетком определении текущего направления мощности (в зоне неопределенности, а также при снижении напряжения или тока ниже порога чувствительности) ступень не срабатывает.

1.2.3.13.6 Погрешность определения углов на краях диапазонов не превышает ±3°.

1.2.3.13.7 Уставка «Общие»–«Черед.фаз» (см. п.1.1.15) не действует на ОНМ.

1.2.3.13.8 Фрагмент ФЛС пускового органа направленной защиты приведён на рисунке И.2.

1.2.3.14 Время возврата пусковых органов не превышает 50 мс.

1.2.3.15 Основная погрешность срабатывания приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Относительная погрешность срабатывания МТЗ

| Параметр | Значение |
|---|---|
| ток, от уставки, % | ±3 |
| время для независимых характеристик при выдержке более 1 с, от уставки, % | ±3 |
| время для независимых характеристик при выдержке менее 1 с, мс | ±25 |
| время для зависимых характеристик, от уставки, % | ±7 |

1.2.4 Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ)

1.2.4.1 Наличие функции в устройстве определяется уставкой «Защита от ОЗЗ»–«Функция».

1.2.4.2 Функция срабатывает при превышении вторичным утроенным напряжением нулевой последовательности секции ($3U_{0\ СЕКЦИИ}$) значения уставки «Защита от ОЗЗ»–«$3U_0$».

1.2.4.3 Задержка срабатывания функции определяется уставкой «Защита от ОЗЗ»–«Т».

1.2.4.4 Срабатывание функции вызывает индикацию неисправности «Земля» (см. п.2.3.3.5). Отключение выключателя не происходит.

1.2.4.5 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка»=«Блок.ОЗЗ» (см. п.1.2.17.2). После чего подать активный (см. п.1.2.17.3) сигнал на этот вход.

1.2.4.6 Коэффициент возврата пусковых органов составляет 0.95.

1.2.4.7 Основная погрешность срабатывания приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Относительная погрешность защиты от ОЗЗ

| Параметр | Значение |
|---|---|
| напряжение $3U_0$, от уставки | ±5 % |
| время более 1 с, от уставки | ±3 % |
| время менее 1 с, мс | 25 |

1.2.5 Защита от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ)

1.2.5.1 Функция реализуется на основе отношения тока обратной последовательности к току прямой последовательности – $I_2/I_1$. В нормальном режиме работы это соотношение близко к нулю. При обрыве одной из фаз соотношение становится близким к единице.

1.2.5.2 Наличие функции в устройстве определяется уставкой «ЗОФ»–«Функция».

1.2.5.3 Функция может действовать как на выключатель («ЗОФ»-«Действие»=«Защита»), так и индикацию («ЗОФ»-«Действие»=«Сигнал») неисправности «Обрыв» (см. п.2.3.3.5).

1.2.5.4 Функция срабатывает при превышении значения уставки «ЗОФ»–«$I_2/I_1$».

1.2.5.5 Задержка срабатывания функции определяется уставкой «ЗОФ»–«Т».

1.2.5.6 Срабатывание функции может инициировать процесс АПВ (см. п.1.2.12.3).

1.2.5.7 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка»=«Блок.ЗОФ» (см. п.1.2.17.2) После чего подать активный (см. п.1.2.17.3) сигнал на этот вход.

1.2.5.8 Коэффициент возврата пусковых органов составляет 0.95.

1.2.5.9 Основная погрешность по отношению $I_2/I_1$ составляет ±10% от значения уставки «ЗОФ»–«$I_2/I_1$».

1.2.5.10 Основная погрешность по времени составляет ±3% от значения уставки «ЗОФ»–«Т».

1.2.6 Автоматическое включение резерва (АВР)

1.2.6.1 Наличие и поведение функции в устройстве определяется уставкой «АВР»–«Функция» (см. таблицу 7).

Резервное питание секции может быть организовано как запитыванием от смежной секции, так и включением резервного ввода этой же секции.

В первом случае выставляют уставку «АВР»–«Функция»=«Выход». Во втором случае на основном вводе выставляют уставку «АВР»–«Функция»=«Выход», а на резервном – «АВР»–«Функция»=«Вход».

Таблица 7 – Поведение устройства в зависимости от значения уставки «АВР»–«Функция»

| Уставка | Принимаются команды включения вводного (своего) выключателя | Выдаются команды на включение резерва |
|---|---|---|
| «Откл» | – | – |
| «Вход» | • | – |
| «Выход» | • | • |

1.2.6.2 Функция запускается как при аварийном, так и при командном (см. п.1.2.9.3 и п.1.2.17.6) отключениях вводного (своего) выключателя.

В последнем случае требуется выставить уставку «АВР»–«Ком.откл.»=«РАЗР». Если же при данном типе отключения выключателя требуется запретить срабатывание функции, то выставляют «АВР»–«Ком.откл.»=«ЗАПР».

1.2.6.3 Реализация команды включения резерва (секционного выключателя или выключателя, установленного на резервном вводе) осуществляется с помощью реле «АВР». Это реле удерживается в сработанном состоянии в течение 2 с после выполнения условий срабатывания.

1.2.6.4 Отработка команды включения резервного вводного выключателя в схеме АВР осуществляется путем использования входов с функцией, задаваемой пользователем, на устройстве резервного ввода. Одному из таких входов нужно выставить уставку «Точка»=«Вкл.от АВР» (см. п.1.2.17.2) Этот вход нужно соединить с выходным сигналом «АВР» устройства защиты основного ввода. Подача активного (см. п.1.2.17.3) сигнала на этот вход приведет к осуществлению включения выключателя резервного ввода через интервал времени «АВР»–«Твхода».

1.2.6.5 Блокировка

1.2.6.5.1 Функция блокируется при срабатывании любых ступеней МТЗ (включая ускоренные ступени), срабатывании ЛЗШ, срабатывании дуговой защиты, срабатывании УРОВ (см. п.1.2.10.2.5 и п.1.2.10.3.2).

1.2.6.5.2 Функция может быть заблокирована в случае срабатывания защиты от ОЗЗ (см. п.1.2.4.2). Для этого необходимо задать уставку «АВР»–«АВР при 3Uo»=«БЛОК». Данная блокировка снимается через 2 с после исчезновения условий срабатывания защиты от ОЗЗ. Если при срабатывании защиты от ОЗЗ блокировка не требуется, то выставляют «АВР»–«АВР при 3Uo»=«РАЗР».

1.2.6.5.3 Функция может быть заблокирована в случае срабатывания ЗОФ. Для этого необходимо задать уставку «АВР»–«ЗОФ»=«БЛОК». Если при срабатывании ЗОФ не требуется блокировки функции, то выставляют «АВР»–«ЗОФ»=«РАЗР».

1.2.6.5.4 Функция может быть заблокирована в случае несанкционированного отключения выключателя (см. п.1.2.9.3). Для этого необходимо задать уставку «АВР»–«Несанкц.откл.»=«БЛОК». Если при данном типе отключения выключателя блокировка не требуется, то выставляют «АВР»–«Несанкц.откл.»=«РАЗР».

1.2.6.5.5 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов задать уставку «Точка»=«Блок.АВР» (см. п.1.2.17.2) После чего подать активный (см. п.1.2.17.3) сигнал на этот вход.

1.2.6.5.6 Функция поддерживает оперативное управление (см. п.1.4.7). В положении «Вывод» функция блокируется.

1.2.6.5.7 Функция блокируется при наличии хотя бы одного из блокирующих условий.

1.2.6.6 Срабатывание функции приводит к блокировке АПВ (см. п.1.2.12.8).

1.2.7 Восстановление схемы нормального режима (ВНР) после АВР

1.2.7.1 Наличие функции в устройстве определяется уставкой «ВНР»–«Функция».

1.2.7.2 Реализация функции требует обязательного подключения к устройству напряжения ТН, установленного выше ввода.

1.2.7.3 Функция запускается после срабатывания АВР в случае появления напряжения до вводного (своего) выключателя со стороны источника питания. Фактом появления этого напряжения является превышение напряжением ввода, минимальным из вторичных линейных, уставки «Неисправности ТН»–«U».

Если между моментом срабатывания АВР и моментом появлением напряжения происходят какие-либо коммутации (см. п.1.2.9.3) или происходит блокировка АВР, то пуск ВНР не происходит.

1.2.7.4 Задержка срабатывания функции определяется уставкой «ВНР»–«$T_{СРАБ}$».

1.2.7.5 Реализация схемы ВНР осуществляется путем использования реле, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких реле выставить уставку «Точка»=«Откл.СВ ВНР» (см. п.1.2.18.2). После чего подвести сигнал этого релейного выхода к входу отключения секционного выключателя.

Сигнал «РПВ» секционного выключателя нужно подвести ко входу «РПВ СВ».

1.2.7.6 Очередность переключений секционного и вводного выключателей в схеме ВНР определяется уставкой «ВНР»–«Очередность».

Значение уставки «ВНР»–«Очередность»=«С-В» подразумевает перерыв питания секции от момента отключения секционного выключателя до момента включения вводного выключателя. Последовательность переключений в этом случае следующая:

1 устройство формирует выходной сигнал «Откл.СВ ВНР» длительностью 2 с;
2 устройство ожидает в течение 2 с пропадания сигнала «РПВ СВ»;

3 если сигнал пропал, то вводной (свой) выключатель включается.

Значение уставки «ВНР»–«Очередность»=«В-С» подразумевает обеспечение параллельного питания секций от момента включения вводного (своего) выключателя до момента отключения секционного выключателя. Длительность времени параллельного питания определяется уставкой «ВНР»–«$Т_{ПАРАЛЛ}$». Последовательность переключений в этом случае следующая:

1 включается вводной (свой) выключатель;
2 выдерживается интервал времени «ВНР»–«$Т_{ПАРАЛЛ}$»;
3 если присутствует сигнал «РПВ СВ», то устройство формирует выходной сигнал «Откл.СВ ВНР» длительность 2 с.

1.2.7.7 Функция ВНР блокируется как при блокировке АВР (п.1.2.6.5), так и в случае наличия напряжения до вводного выключателя на момент пуска АВР.

1.2.8 Защита минимального напряжения (ЗМН)

1.2.8.1 Наличие функции в устройстве определяется уставкой «ЗМН»–«Функция».

1.2.8.2 Функция срабатывает при снижении напряжения секции, максимального из вторичных линейных, ниже значения уставки «ЗМН»–«U».

1.2.8.3 Задержка срабатывания функции определяется уставкой «ЗМН»–«Т».

1.2.8.4 Увеличение надежности несрабатывания может быть достигнуто путем контроля напряжения на вводе. Контроль напряжения ввода определяется уставкой «ЗМН»–«Контр.U ввода». В случае использования этого механизма («ЗМН»–«Контр.U ввода»=«ВКЛ») срабатывание не будет происходить до тех пор, пока максимальные вторичные линейные напряжения на вводе и секции одновременно не опустятся ниже значения напряжения срабатывания функции (см. п.1.2.8.2).

1.2.8.5 Блокировка

1.2.8.5.1 Функция блокируется при срабатывании автомата ТН (см. п.1.2.14.3).

1.2.8.5.2 Функция блокируется при наличии напряжения $U_2$ на секции (см. п.1.2.14.5).

1.2.8.5.3 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка»=«Блок.ЗМН» (см. п.1.2.17.2). После чего подать активный (см. п.1.2.17.3) сигнал на этот вход.

1.2.8.5.4 Функция поддерживает оперативное управление (см. п.1.4.7). В положении «Вывод» функция блокируется.

1.2.8.5.5 Функция блокируется при наличии напряжения обратной последовательности на секции (см. п.1.2.14.5).

1.2.8.6 Основная погрешность срабатывания по напряжению составляет ±5% от значения уставки «ЗМН»–«U».

1.2.8.7 Основная погрешность срабатывания по времени составляет ±3% от значения уставки «ЗМН»–«Т».

1.2.8.8 Коэффициент возврата пусковых органов по напряжению составляет 1,06.

1.2.9 Автоматика управления высоковольтным выключателем (АУВ)

1.2.9.1 Устройство формирует команды управления выключателем при срабатывании внутренних или внешних функций защит и автоматики.

Внутренними функциями является функции защиты и автоматики устройства, действие на отключение (МТЗ, ЗМН и др.) или включение (АПВ и ВНР) выключателя.

Внешними функциями является сигналы функций защит и автоматики, расположенные вне устройства. Такие сигналы подключатся к входам, с функцией задаваемой пользователем (см. п.1.2.17). Уставка «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка» таких входов задается как «Внеш.откл», «Ком.откл.» или «Ком.вкл.».

1.2.9.2 Команда отключения выключателя осуществляется выдачей сигнала срабатывания на реле «Откл» устройства. Команда включения выключателя осуществляется выдачей сигнала срабатывания на реле «Вкл» устройства.

1.2.9.3 В зависимости от источника изменения положения выключателя различают следующие типы переключений:

- аварийное отключение (см. п.1.2.9.4)
  - внутренние функции защиты и автоматики (см. п.1.2.9.1);
  - внешние функции защиты и автоматики, если уставка «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка»=«Внеш.откл» (см. п.1.2.9.1);
  - несанкционированное отключение (см. п.1.2.9.24);
- командное отключение (см. п.1.2.9.5)
  - дистанционное отключение (см. п.1.2.9.6);
  - местное отключение (см. п.1.2.9.6);

- внешние функции защиты и автоматики, если уставка «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка»=«Ком.откл» (см. п.1.2.9.1);

– включение
  - внутренние функции защиты и автоматики (см. п.1.2.9.1);
  - дистанционное включение (см. п.1.2.9.6);
  - местное включение (см. п.1.2.9.6);
  - внешние функции защиты и автоматики, если уставка «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка»=«Ком.вкл» (см. п.1.2.9.1);
  - несанкционированное включение (см. п.1.2.9.24).

1.2.9.4 Аварийное (см. п.1.2.9.3) отключение выключателя вызывает срабатывание аварийной сигнализации устройства (см. п.1.2.15) и мигание светодиода «Откл» его лицевой панели (см. рисунок Г.1). Последующее включение выключателя местными способами управления выключателем (см. п.1.2.9.6) требует получения предварительной команды отключения выключателя («квитирования»). Необходимость такого действия для последующего включения выключателя дистанционными способами можно определить с помощью уставки «АУВ»–«Квитир.ТУ». Значение этой уставки в положении «Откл» позволяет включать выключатель дистанционными способами без предварительной подачи команды отключения.

1.2.9.5 Командное (см. п.1.2.9.3) отключение выключателя не влечет за собой срабатывания сигнализации устройства (см. п.1.2.15 и п.1.2.16).

1.2.9.6 Устройство имеет возможность воспринимать как местные, так дистанционные команды управления выключателем.

Местными источниками формирования команд являются:

– дискретные сигналы «Откл. от ключа» и «Вкл. от ключа».

Дистанционными источниками формирования команд являются:

– дискретные сигналы «Откл. по ТУ» и «Вкл. по ТУ»;
– команды по ЛС.

1.2.9.7 Разделение полномочий между местными и дистанционными источниками управления выключателем (см. п.1.2.9.6) осуществляется уставкой «АУВ»–«Разреш. ТУ» и дискретным сигналом «Разреш. ТУ» согласно таблице 8.

Таблица 8 – Взаимосвязь уставки «Разреш. ТУ» и дискретного сигнала «Разрешение ТУ»

| Уставка | Дискретный сигнал | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| уровень сигнала | «1» | | | | «0» | | | |
| вид управления | дистанционное | | местное | | дистанционное | | местное | |
| вид команды | «Вкл» | «Откл» | «Вкл» | «Откл» | «Вкл» | «Откл» | «Вкл» | «Откл» |
| «ПЕРЕКЛ» | • | • | – | – | – | – | • | • |
| «ВСЕГДА» | • | • | • | • | • | • | • | • |
| «НА ВКЛ» | • | • | – | • | – | • | • | • |

1.2.9.8 Возможность дистанционного управления выключателем по ЛС определяется уставкой «АУВ»–«ТУ по ЛС», выставленной как «Вкл». При значении этой уставки как «Откл» устройство будет игнорировать команды управления выключателем по ЛС.

1.2.9.9 Устройство обеспечивает блокировку от многократного включения выключателя (от так называемого «прыгания»). При формировании команды «Откл.» устройство блокирует любые команды на включение.

1.2.9.10 Выполнение команды «Откл.» контролируется по входному сигналу «Вход РПО», команды «Вкл.» – по сигналу «Вход РПВ».

1.2.9.11 Для предотвращения выхода из строя контактов реле, управляющих выключателем («Откл.» и «Вкл.»), при отказе выключателя, эти реле удерживаются во включенном состоянии до выполнения команды (по контролю состояния сигналов «Вход РПО» и «Вход РПВ») или до сброса, осуществляемым аналогично сбросу предупредительной сигнализации устройства (см п.1.2.16.4).

1.2.9.12 Длительная подача выходного сигнала «Вкл.» на катушку включения выключателя может оказать на неё неблагоприятное воздействие. Такого воздействия можно избежать, если ограничить длительность подачи команды «Вкл.».

Ограничение выдачи команды требует введения критерия превышения допустимого времени команды «Вкл». Таким критерием выступает факт превышения длительностью команды включения уставки «АУВ»–«Твкл.макс.». Если критерий выполнен, то устройство может как информировать о наступлении такой ситуации, так и ограничивать длительность выдачи команды «Вкл.».

Устройство фиксирует неисправность «Задержка вкл.» (см. п.2.3.3.5), если уставка «АУВ»–«Управление»=«Вкл» (см. п.1.2.9.14).

Устройство ограничивает длительность команды отключения до времени «АУВ»–«Твкл.макс.», если уставка «АУВ»–«Огран.вкл»=«Вкл».

1.2.9.13 Длительная подача выходного сигнала «Откл.» на катушку отключения выключателя может оказать на неё неблагоприятное воздействие. Такого воздействия можно избежать, если ограничить длительность подачи команды «Откл.».

Ограничение выдачи команды требует введения критерия превышения допустимого времени команды «Откл». Таким критерием выступает факт превышения длительностью команды отключения уставки «АУВ»–«Тоткл.макс.». Если критерий выполнен, то устройство может как информировать о наступлении такой ситуации, так и ограничивать длительность выдачи команды «Откл.».

Устройство фиксирует неисправность «Задержка откл.» (см. п.2.3.3.5), если уставка «АУВ»–«Управление»=«Вкл» (см. п.1.2.9.14).

Устройство ограничивает длительность команды отключения до времени «АУВ»–«Тоткл.макс.», если уставка «АУВ»–«Огран.откл»=«Вкл».

1.2.9.14 Функцию управления выключателем можно вывести из работы с помощью уставки «АУВ»–«Управление»=«Откл». В результате устройство перестанет формировать команды на включение выключателя и контролировать состояние цепей управления выключателем (см. п.1.2.9.15 и п.1.2.9.16). При этом рекомендуется ограничивать длительность команды «Откл.» (см. п.1.2.9.13).

1.2.9.15 Устройство контролирует целостность катушек включения/отключения выключателя. Контроль осуществляется на основе анализа сигналов «РПО» и «РПВ» и только в том случае, если уставка «АУВ»–«Управление»=«ВКЛ».

Если в течение интервала времени, большего 10 с сигналы «РПО» и «РПВ» имеют одно и то же значение, то устройство расценивает сложившуюся ситуацию как неисправность «Неиспр.КВ/КО». (см. п.2.3.3.5).

1.2.9.16 Некоторые выключатели имеют два электромагнита отключения. Контроль целостности цепей управления первого и второго электромагнитов выполняется независимо друг от друга.

Наличие второй цепи учитывается только, если уставка «АУВ»–«ЭМО2»=«ВКЛ».

Первая цепь контролируется согласно п.1.2.9.15. Вторая – на основе анализа сигналов «РПО» и «РПВ2» и только в том случае, если уставки «АУВ»–«Управление» и «АУВ»–«ЭМО2» выставлены как «ВКЛ».

Сигнал «РПВ2» подключается к одному из входов, функция которого задается пользователем (см. п.1.2.17). Для такого входа необходимо выставить уставку «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка»=«РПВ2».

Если в течение интервала времени, большего 10 с сигналы «РПО» и «РПВ2» имеют одно и то же значение, то устройство фиксирует неисправность «Неиспр.КВ/КО2» (см. п.2.3.3.5).

1.2.9.17 Светодиод «ВКЛ» лицевой панели (см. рисунок Г.1) устройства загорается при наличии сигнала «РПВ» от выключателя с одним электромагнитом отключения («АУВ»–«ЭМО2»=«ОТКЛ»), либо при наличии сигналов «РПВ» или «РПВ2» в случае выключателя с двумя электромагнитами отключения («АУВ»–«ЭМО2»=«ВКЛ»).

1.2.9.18 Светодиод «ОТКЛ» лицевой панели (см. рисунок Г.1) устройства загорается при наличии сигнала «РПО».

1.2.9.19 Для элегазовых выключателей в устройстве предусмотрена возможность полной блокировки управления (запрет включения и отключения выключателя) при снижении давления элегаза. Для этого необходимо задать одному из входов с функцией, задаваемой пользователем, уставку «Точка»=«Блок.упр.» (см. п.1.2.17.2). После чего подать на этот вход активный (см. п.1.2.17.3) сигнал от датчика давления элегаза.

1.2.9.20 Блокировка включения выключателя может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка»=«Блок.вкл.» (см. п.1.2.17.2) После чего подать активный (см. п.1.2.17.3) сигнал на этот вход.

1.2.9.21 Некоторые виды масляных выключателей требуют значительного (по сравнению с выключателями других типов) времени подачи команды на катушку включения. Если команда включения будет подаваться недостаточное время, то выключатель может «опрокинуться». Переключения в состояние «включено» не свершится, и выключатель вернется в состояние «отключено».

Такую ситуацию можно избежать, если обеспечить дополнительную задержку перед снятием команды «включить». Эту задержку можно задать с помощью уставки «АУВ»–«$Т_{ВКЛ}$».

1.2.9.22 В устройстве реализован учёт расхода ресурса выключателя по механической и по коммутационной стойкости в соответствии с ГОСТ Р 52656-2006. Вычисление расхода ресурса выключателя по коммутационной стойкости осуществляется путем сравнения первичного значения максимального из фазных токов и номинального первичного тока отключения выключателя, задаваемого уставкой «АУВ»–«$I_0$ ном».

1.2.9.23 Вход «Автомат ШП» для выключателей с пружинным приводом предназначен для сигнализации пропадания напряжения на шинах питания завода пружин с помощью контроля состояния

автоматического выключателя АвШП. Этот же вход может быть использован для контроля готовности блока управления выключателем.

Логика работы данного входа определяется уставкой «АУВ»–«Вход АвШП» (см. таблицу 9).

Таблица 9 – Действие входа «Автомата ШП» на логику работы устройства в зависимости от уставки

| Значение уставки | Действие |
|---|---|
| НЗ авт. | При появлении сигнала на входе без выдержки времени блокируется включение выключателя и фиксируется неисправность «Автомат ШП» (см. п.2.3.3.5) |
| НР авт. | При пропадании сигнала на входе без выдержки времени блокируется включение выключателя и фиксируется неисправность «Автомат ШП» (см. п.2.3.3.5) |
| Не готов | При появлении сигнала на входе без выдержки времени блокируется включение выключателя, и через время, заданное уставкой «АУВ»–«$Т_{ГОТОВ.МАКС}$», фиксируется неисправность «Привод не готов» (см. п.2.3.3.5) |
| Готов | При пропадании сигнала на входе без выдержки времени блокируется включение выключателя, и через время, заданное уставкой «АУВ»–«$Т_{ГОТОВ.МАКС}$», фиксируется неисправность «Привод не готов» (см. п.2.3.3.5) |

1.2.9.24 Устройство фиксирует случаи несанкционированного изменения положения выключателя.

Несанкционированное включение определяется по факту появления сигнала «РПВ», если перед этим не срабатывало реле «Вкл.».

Несанкционированное отключение определяется по факту появления сигнала «РПО», если перед этим не срабатывало реле «Откл.». Обнаружение несанкционированного отключения вызывает срабатывание аварийной сигнализации (см. п.1.2.15).

1.2.9.25 Возможные причины отключения выключателя приведены в таблице К.1.

1.2.9.26 Возможные причины включения выключателя приведены в таблице К.2.

1.2.10 Резервирование при отказе выключателя (УРОВ)

1.2.10.1 Устройство реализует функцию УРОВ своего выключателя и осуществляет прием сигнала «УРОВ» от других (неконтролируемых устройством) выключателей.

1.2.10.2 Функция УРОВ своего выключателя

1.2.10.2.1 Функция УРОВ своего выключателя осуществляется путем формирования устройством команды аварийного отключения выключателя при срабатывании внутренних защит устройства (МТЗ, ЛЗШ, ЗОФ, дуговой защиты) или получением команды аварийного отключения от внешних защит (см. п.1.2.9.3 и п.1.2.17.6). При этом сигнал «РПО» не учитывается.

1.2.10.2.2 Пусковыми условиями функции УРОВ своего выключателя является факт, но не длительность, появления обозначенных в п. 1.2.10.2.1 условий срабатывания при наличии тока ввода. Критерием отсутствия тока ввода является снижение тока ввода, максимального из вторичных фазных, ниже значения уставки «УРОВ»–«I».

Пусковые условия могут быть сброшены аналогично сбросу предупредительной сигнализации устройства (см. п.1.2.16.4).

1.2.10.2.3 Наличие функции УРОВ своего выключателя определяется уставкой «УРОВ»–«Функция».

1.2.10.2.4 Задержка срабатывания функции УРОВ своего выключателя определяется уставкой «УРОВ»–«Т».

1.2.10.2.5 Факт срабатывания функции УРОВ своего выключателя длится в течение времени существования условия срабатывания, но не менее 1 с относительно момента его наступления. В течение обозначенной длительности времени выполняется следующее:

- реле «УРОВ» переводится в сработанное состояние;
- горит светодиод «Срабатывание: УРОВ»;
- блокируется функция АПВ (см. п.1.2.12.8);
- блокируется функция АВР (см. п.1.2.6.5.1).

1.2.10.2.6 Блокировка функции УРОВ своего выключателя может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов задать уставку «Точка»=«Блок.УРОВ» (см. п.1.2.17.2) После чего подать активный (см. п.1.2.17.3) сигнал на этот вход.

1.2.10.2.7 Функция УРОВ своего выключателя поддерживает оперативное управление (см. п.1.4.7). В положении «Вывод» функция блокируется.

1.2.10.3 Прием сигнала УРОВ от других (неконтролируемых устройством) выключателей

1.2.10.3.1 Прием сигнала «УРОВ» осуществляется с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов задать уставку «Точка»=«УРОВ» (см. п.1.2.17.2) После чего подать активный (см. п.1.2.17.3) сигнал на этот вход.

1.2.10.3.2 Увеличение надежности невыполнения пусковых условий при приеме сигнала «УРОВ» может быть достигнуто путем введения контроля пуска внутренних токовых защит устройства, действующих на отключение выключателя (МТЗ, ЛЗШ), с помощью уставки «УРОВ»–«Контр.вх.по I»=«Вкл».

Появление сигнала «УРОВ» при значении уставки «УРОВ»–«Контр.вх.по I»=«Вкл» и наличии пуска обозначенных защит приведет к следующему:

- индикации срабатывания устройства с причиной «Вход УРОВ» (см. таблицу К.1);
- формированию условий отключения своего выключателя;
- блокируется функция АПВ (см. п.1.2.12.8);
- блокируется функция АВР (см. п.1.2.6.5.1).

Появление сигнала «УРОВ» при значении уставки «УРОВ»–«Контр.вх.по I»=«Вкл» и отсутствии пуска обозначенных защит приведет лишь к индикации неисправности «Вход УРОВ» (см. п.2.3.3.5).

1.2.11 Логическая защита шин (ЛЗШ)

1.2.11.1 Функция реализуется с помощью устройства, стоящего на вводном выключателе, устройства защиты на секционном выключателе и группы устройств, стоящих на выключателях присоединений. Функция реализует быстрое отключение вводного и/или секционного выключателя при возникновении повреждения на шинах методом «от противного». То есть КЗ на шинах фиксируется при наличии аварийного тока на вводе при отсутствии пуска защит, установленных на всех присоединениях.

1.2.11.2 В качестве выходного сигнала для блокировки ступени ЛЗШ используется выходной контакт «Пуск МТЗ» защит отходящих присоединений.

1.2.11.3 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью входов с функцией, задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка» как «Блок.ЛЗШ» или «Вывод ЛЗШ» (см. п.1.2.17.2).

Наличие сигнала «Блок.ЛЗШ» в течение времени более 101 с воспринимается устройством как повреждение цепей ЛЗШ. На индикаторе отображается неисправность «Блокировка ЛЗШ» (см. п.2.3.3.5).

1.2.11.4 Наличие функции в устройстве определяется уставкой «ЛЗШ»–«Функция».

1.2.11.5 Функция срабатывает при превышении током, максимальным из вторичных фазных, значения уставки «ЛЗШ»–«I».

1.2.11.6 Задержка срабатывания функции определяется уставкой «ЛЗШ»–«Т».

1.2.11.7 Схемы ЛЗШ

В устройстве реализована возможность выбора двух схем ЛЗШ — с последовательным или параллельным соединением выходных блокирующих сигналов фидерных защит. Это достигается использованием перекидного контакта реле «Пуск МТЗ» и выбором соответствующего активного уровня (см. п.1.2.17.3) сигнала блокировки ЛЗШ – «Блок.ЛЗШ». Для последовательной схемы необходимо установить «Актив.уровень»=«0», для параллельной схемы - «Актив.уровень»=«1».

Рекомендуется использовать последовательную схему ЛЗШ ввиду действенного контроля ее целостности системой диагностики устройствами.

Примеры реализации обеих схем ЛЗШ приведены на рисунках Д.4-Д.7.

1.2.11.8 Функция, по своей сути, является ступенью МТЗ. Так же как и ступени МТЗ функция имеет возможность пуска по напряжению (см. 1.2.3.11).

1.2.11.9 Срабатывание выходного реле «Пуск МТЗ» (см. п.1.4.5.5) при пуске функции определяется уставкой «ЛЗШ»–«Пуск МТЗ».

1.2.11.10 Срабатывание функции может инициировать процесс АПВ (см. п.1.2.12.3).

1.2.11.11 Функция поддерживает оперативное управление (см. п.1.4.7). В положении «Вывод» функция блокируется.

1.2.12 Автоматическое повторное включение (АПВ)

1.2.12.1 Устройство имеет функцию однократного АПВ. Наличие функции в устройстве задается уставкой «АПВ»–«Функция».

1.2.12.2 Время цикла АПВ задается уставкой «АПВ»–«Т».

1.2.12.3 Запуск АПВ происходит при срабатывании функций защит или автоматики (их соответствующие уставки «АПВ» должны быть заданы как «ВКЛ»), или при срабатывании внешней функции защиты или автоматики (см. п.1.2.17.6).

1.2.12.4 Действие АПВ в случае несанкционированного (см. п.1.2.9.3) отключения определяется уставкой «АПВ»–«Несанкц.откл.».

1.2.12.5 Время восстановления АПВ составляет 60 с (1 минуту).

1.2.12.6 После командного (см. п.1.2.9.3) включения выключателя функция АПВ будет заблокирована на 30 с (блокировка АПВ при опробовании).

1.2.12.7 Функция может быть заблокирована внешним сигналом. Для реализации такой блокировки необходимо задать одному из входов с функцией, задаваемой пользователем, уставку «Точ-

ка»=«Блок.АПВ» (см. п.1.2.17.2). После чего подать на этот вход активный (см. п.1.2.17.3) сигнал. В зависимости от уставки «АПВ»–«Фиксация блок.», блокировка будет действовать лишь («АПВ»–«Фиксация блок.»=«Откл») при наличии этого сигнала или даже («АПВ»–«Фиксация блок.»=«Вкл») после его снятия до тех пор, пока выключатель не будет включен (см. п.1.2.9.3).

1.2.12.8 Функция блокируется при срабатывании дуговой защиты, АВР, и срабатывании УРОВ (см. п.1.2.10.2.5 и п.1.2.10.3.2).

1.2.12.9 Функция поддерживает оперативное управление (см. п.1.4.7). В положении «Вывод» функция блокируется.

1.2.13 Дуговая защита

1.2.13.1 Функция реализуется путем подачи сигнала на один из входов с функцией, задаваемой пользователем. Уставка «Точка» такого входа (см. п.1.2.17.2) должна быть задана как «Дуг.защита».

1.2.13.2 Увеличение надежности несрабатывания может быть достигнуто путем введения контроля по току («Дуговая защита»–«Контроль по I»=«Вкл»). В этом случае срабатывание будет происходить только при одновременном наличии сигнала дуговой защиты на входе и превышении током, максимальным вторичных фазных, величины «Дуговая защита»–«I».

1.2.13.3 Если на вход дуговой защиты при значении уставки «Дуговая защита»–«Контроль по I»=«Вкл» поступает сигнал, а ток отсутствует, то через 0.25 с появляется неисправность «Дуговая защита» (см. п.2.3.3.5). После этого действие дуговой защиты на отключение запрещается до снятия сигнала со входа.

1.2.13.4 Срабатывание функции приводит к блокировке АПВ (см. п.1.2.12.8).

1.2.13.5 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка»=«Блок.дуг.з.» (см. п.1.2.17.2). После чего подать активный (см. п.1.2.17.3) сигнал на этот вход.

1.2.13.6 Устройство может формировать сигнал пуска токовой защиты для селективного отключения дуговых повреждений в ячейках отходящих линий на участке между выключателем и ТТ. Вариант схемы приведен на рисунках Д.4-Д.7.

1.2.14 Контроль ТН

1.2.14.1 Секция

Устройство контролирует ТН, установленный на секции шин. Контроль осуществляется на основе анализа состояния автомата ТН секции (см. п.1.2.14.3), величины вторичного напряжения обратной последовательности секции и уровня вторичного линейного напряжения секции.

Устройство определяет факт неисправности ТН секции при отключении автомата ТН секции сразу же, либо при выполнении любого из следующих условий в течение, как минимум, 10 с:

- наличие напряжения обратной последовательности на секции (см. п.1.2.14.5);
- снижений любого из междуфазных вторичных напряжений секции ниже значения уставки «МТЗ общие»–«$U_{ВМ\ БЛОК}$».

В случае повреждения ТН секции устройство выполнит следующее:

- окажет влияние на органы пуска по напряжению (см. п.1.2.3.11.4);
- окажет влияние на направленные ступени МТЗ (см. п.1.2.3.12.3 и п.1.2.3.12.4);
- зафиксирует неисправность «Неиспр.ТН секции» (см. п.2.3.3.5), если уставка «Неисправности ТН»–«Сигн.ТН секции»=«ВКЛ».

1.2.14.2 Ввод

Устройство контролирует состояние ТН, установленного на вводе. Наличие такого вида контроля определяется уставкой «Неисправности ТН»–«Сигн.ТН ввода». Если в течение, как минимум 10 с, минимальное линейное напряжение на вводе отсутствовало (см. п.1.2.14.4), то устройство расценит сложившуюся ситуацию как неисправность «Неиспр.ТН ввода» (см. п.2.3.3.5).

1.2.14.3 Автомат ТН секции

Устройство контролирует состояние автомата ТН секции на основе анализа сигнала «Автомат ТН».

Этот сигнал должен подаваться к устройству с учетом уставки «Неисправности ТН»–«Контакт авт.ТН». При отсутствии автомата ТН уставку «Неисправности ТН»–«Контакт авт.ТН» выставляют как «НЗ», а вход «Автомат ТН» оставляют неподключенным.

1.2.14.4 Наличие напряжения

Устройство контролирует факт наличия напряжения на вводе и секции. Если минимальное вторичное линейное напряжение на вводе или секции снизилось ниже значения уставки «Неисправности ТН»–«U», то устройство расценивает данную ситуацию как потерю напряжения на вводе или секции соответственно.

1.2.14.5 Напряжение обратной последовательности на секции

Устройство производит контроль напряжения обратной последовательности ТН секции. Контроль производится путем сравнения по превышению вторичного напряжения обратной последовательности с уставкой «Неисправности ТН»–«$U_2$».

1.2.15 Аварийная сигнализация

1.2.15.1 Сигнализация аварийного (см. п.1.2.9.3) отключения происходит при отключении выключателя в момент появления сигнала на входе «РПО».

1.2.15.2 Квитирование (сброс) аварийной сигнализации осуществляется командным (см. п.1.2.9.3) отключением выключателя.

1.2.15.3 Аварийная сигнализация осуществляется с помощью реле «РФК» и нормально-замкнутого блок-контакта выключателя. Поскольку реле «РФК» является бистабильным, сигнализация осуществляется даже при отсутствии оперативного питания.

1.2.15.4 На лицевой панели устройства (см. рисунок Г.1) индикация срабатывания аварийной сигнализации осуществляется с помощью светодиода «Аварийное отключение» и мигающего светодиода «ОТКЛ».

1.2.15.5 Срабатывание аварийной сигнализации вызывает срабатывание предупредительной сигнализации (см. п.1.2.16).

1.2.15.6 ФЛС аварийной сигнализации приведена на рисунке И.5.

1.2.16 Предупредительная сигнализация

1.2.16.1 Устройство воздействует на предупредительную сигнализацию подстанции с помощью реле «Сигнализация».

1.2.16.2 Срабатывание предупредительной сигнализации происходит при появлении любой из следующих причин:

- срабатывание аварийной сигнализации (см. п.1.2.15);
- неисправность внешнего оборудования (см. п.2.3.3.5).

1.2.16.3 Длительность пребывания сигнализации в сработанном состоянии определяется уставкой «Общие»–«Режим сигн.». В зависимости от этой уставки, появление новой причины срабатывания сигнализации придет к формированию импульса длительностью (1, 2, 3, 5, 10 или 20 с), либо сигнализация будет непрерывно («НЕПР») находиться в сработанном состоянии до сброса оператором.

1.2.16.4 Сброс сигнализации, работающей в непрерывном режиме, осуществляется любым из следующих способов:

- с помощью кнопки «Сброс» лицевой панели устройства (см .рисунок Г.1)
- дискретным сигналом «Сброс сигнализации»;
- командой «Сброс сигнализации» по ЛС.

Если причина срабатывания сигнализации не устранена, реле «Сигнализация» после попытки сброса возвращается в сработавшее состояние.

1.2.16.5 ФЛС предупредительной сигнализации приведена на рисунке И.5.

1.2.17 Входы с функцией, задаваемой пользователем

1.2.17.1 В устройстве имеется группа из восьми входов («Вход 1» .. «Вход 8») с функцией, задаваемой пользователем. Каждому из этих входов можно назначить любую функцию из таблицы Ж.3.

1.2.17.2 Выбор функции входа производится с помощью уставки «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка». Если вход не используется, то значение уставки задается как «Не подкл.».

1.2.17.3 Сигнал, подаваемый на вход, может быть программно инвертирован («Прогр. входы»–«Вход»–«Актив.уровень»). Такая возможность позволяет определить действие входа как при факте наличия сигнала («1»), так и при его отсутствии («0»).

Некоторые значения уставки «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка» предназначены для блокировки тех или иных функций устройства. Если у такого входа уставка «Прогр. входы»–«Вход»– «Актив.уровень»=«0» и сам вход не подключен (либо провод оборван), то соответствующая функция будет заблокирована. По этой причине рекомендуется привлечь дополнительное внимание оперативного персонала путем вывода состояния блокировки обозначенных функций на светодиоды «1»..«3» (см.п.1.2.19).

1.2.17.4 Имеется возможность ввести задержку на срабатывание входа с помощью уставки «Прогр. входы»–«Вход»–«$T_{СРАБ}$».

1.2.17.5 Имеется возможность ввести задержку на возврат входа с помощью уставки «Прогр. входы»–«Вход»–«$T_{ВОЗВР}$».

1.2.17.6 Вход, в частности, может быть использован для аварийного (см. п.1.2.9.3) отключения выключателя («Прогр.входы»–«Вход»–«Точка»=«Внеш.откл.»). В этом случае необходимо определить

действие функций «УРОВ», «АПВ» и «АВР» с помощью уставок «Прогр.входы»–«Вход»–«УРОВ», «Прогр.входы»–«Вход»–«АПВ» и «Прогр.входы»–«Вход»–«АВР» соответственно.

Значение уставки «Прогр.входы»–«Вход»–«УРОВ»=«Вкл» позволяет реализовать функцию УРОВ своего выключателя (см. п.1.2.10.2.1) при обозначенном виде отключения выключателя.

Значение уставки «Прогр.входы»–«Вход»–«АПВ»=«Вкл» позволяет инициировать процесс АПВ (см.п. 1.2.12.3) при обозначенном виде отключения выключателя.

Значение уставки «Прогр.входы»–«Вход»–«АВР»=«Вкл» позволяет запустить функцию АВР (см. п.1.2.6.2) при обозначенном виде отключения выключателя.

1.2.17.7 Вход, в частности, может быть использован для командного (см. п.1.2.9.3) отключения («Прогр. входы»–«Вход»–«Точка»=«Ком.откл.») или включения («Прогр. входы»–«Вход»–«Точка»=«Ком.вкл.») выключателя.

1.2.17.8 Вход, в частности, может быть использован для отображения неисправности внешнего оборудования («Прогр. входы»–«Вход»–«Точка»=«Внеш.сигнал»). Появление сигнала активного уровня вызовет отображение неисправности (см. п.2.3.3.5) с именем данного входа (см. п.1.2.17.9) на индикаторе устройства.

1.2.17.9 Входу может быть присвоено имя собственное («Прогр. входы»–«Вход»–«Имя»). Методика ввода имени аналогична методике, указанной в п.2.3.2.3. Длина имени может составлять не более 12 символов. Значение имени собственного используется при отображении на индикаторе в том случае, если уставка «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка» выставлена как «Внеш.откл.», «Внеш.сигнал», «Ком.откл.» или «Ком.вкл.».

1.2.17.10 Несколько входов могут иметь один и тот же вид воздействия («Прогр. входы»–«Вход»–«Точка») на устройство. Устройство будет воспринимать это воздействие с момента появления активного сигнала хотя бы на одном из входов до момента пропадания этого воздействия на всех входах.

1.2.17.11 Осциллограф устройства записывает состояние входов без учета значения уставки «Прогр. входы»–«Вход»–«Актив.уровень». В осциллограмме сохраняются состояния всех входов, включая те из них, у которых «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка»=«Не подкл.». Имя канала в осциллограмме соответствует значения уставки «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка» при всех значениях этой уставки, кроме «Не подкл.», «Внеш.откл.», «Внеш.сигнал», «Ком.откл.» или «Ком.вкл.». В этих случаях имя канала соответствует значению уставки «Прогр. входы»–«Вход»–«Имя».

1.2.17.12 Состояние входов по ЛС определяется без учета уставок «Прогр. входы»–«Вход»–«Точка» и «Прогр. входы»–«Вход»–«Актив.уровень».

1.2.17.13 Входы «Вход 1», «Вход 2» и «Вход 3» запитываются от внутреннего гальванически развязанного источника питания (см. п.1.3.7.4). Это позволяет использовать их для приема сигналов даже при значительном снижении напряжения оперативного тока. Рекомендуется использовать эти входы для приема сигналов, которые формируются во время КЗ (дуговая защита, УРОВ, Блокировка ЛЗШ и т.п.). Один из вариантов использования этих входов приведен на рисунках Д.4-Д.7.

1.2.18 Реле с функцией, задаваемой пользователем

1.2.18.1 В устройстве имеется группа из трех реле («Реле 1» .. «Реле 3») с функцией, задаваемой пользователем. Каждое из этих реле может быть программно подключено к одной из внутренних точек ФЛС устройства.

Множество значений точек подключения включают в себя не только все имеющиеся специализированные реле, но и некоторые значения узлов внутренней логики устройства, которые не имеют специализированных реле. Таким образом, имеется возможность не только продублировать (в случае нехватки релейных выходов) имеющиеся специализированные реле, но и получить релейный сигнал узлов внутренней логики устройства, недоступный с помощью специализированных реле.

1.2.18.2 Выбор точки подключения реле к ФЛС производится с помощью уставки «Прогр. реле»–«Реле»–«Точка». Полный список доступных в данном устройстве точек подключения указан в таблице Ж.2. Если реле не используется, то значение уставки задается как «Не подкл.».

1.2.18.3 Режим работы реле задается с помощью уставки «Прогр. реле»–«Реле»–«Режим». Эта уставка имеет следующие значения:

- «БЕЗ ФИКС» – следящий режим;
- «С ФИКС» – режим с памятью (блинкер); сброс осуществляется аналогично сбросу предупредительной сигнализации (см. п.1.2.16.4);
- «ИМП» – режим позволяет сформировать импульс, длительностью ровно 1 с.

1.2.18.4 Имеется возможность ввести задержку на срабатывание с помощью уставки «Прогр. реле»–«Реле»–«$Т_{СРАБ}$».

1.2.18.5 Имеется возможность ввести задержку на возврат реле с помощью уставки «Прогр. реле»–«Реле»–«$Т_{ВОЗВР}$» только в том случае, если «Прогр. реле»–«Реле»–«Режим»=«БЕЗ ФИКС» (см. п.1.2.18.3).

1.2.18.6 ФЛС реле приведена на рисунке И.4.

1.2.19 Светодиоды с функцией, задаваемой пользователем

1.2.19.1 В устройстве имеется группа (см .рисунок Г.1) из трех светодиодов («1» ,«2», «3») с функцией, задаваемой пользователем. Каждый из этих светодиодов может быть программно подключен к одной из внутренних точек ФЛС.

Множество значений точек позволяет вывести на лицевую панель состояние основных узлов ФЛС в удобном для оперативного персонала виде. Удобно использовать данные светодиоды при наладке устройства.

1.2.19.2 Выбор точки подключения светодиода к ФЛС производится с помощью уставки «Прогр. светодиоды»–«Светодиод»–«Точка». Полный список доступных в данном устройстве точек подключения указан в таблице Ж.2. Если светодиод не используется, то значение уставки задается как «Не подкл.».

1.2.19.3 Имеется возможность ввести задержку на срабатывание светодиода с помощью уставки «Прогр. светодиоды»–«Светодиод»–«Т».

1.2.19.4 Режим работы светодиоды задается с помощью уставки «Прогр. светодиоды»–«Светодиод»–«Режим». Эта уставка имеет следующие значения:

- «БЕЗ ФИКС» – следящий режим;
- «С ФИКС» – режим с памятью (блинкер); сброс осуществляется аналогично сбросу предупредительной сигнализации (см. п.1.2.16.4).

1.2.19.5 Дополнительным инструментом привлечения внимания оперативного персонала к устройству может выступать мигание светодиода, в случае его срабатывания. Это может быть задано с помощью уставки «Прогр. светодиоды»–«Светодиод»–«Мигание»=«ВКЛ».

1.2.20 Аварийный осциллограф

1.2.20.1 Аварийный осциллограф позволяет записывать во внутреннюю память устройства осциллограммы всех измеряемых токов и напряжений, а также состояние дискретных входов и выходов. Пуск осциллографа гибко настраивается и может происходить как при срабатывании устройства, так и по дополнительным условиям.

1.2.20.2 Реализовано динамическое выделение памяти, то есть количество осциллограмм, помещающихся в памяти, зависит от длительности записей.

1.2.20.3 Общая длительность сохраняемых в памяти осциллограмм – 56 с.

1.2.20.4 Каждая осциллограмма имеет привязку к внутреннему времени устройства с точностью до 1 мс.

1.2.20.5 Период квантования осциллографа составляет 1 мс.

1.2.20.6 Считывание осциллограмм осуществляется с компьютера по ЛС.

1.2.20.7 С помощью параметров в разделе меню «Настройки»–Осциллограф» можно гибко настроить условия пуска осциллографа, а также длительность записи.

1.2.20.8 Возможны следующие условия пуска осциллографа:

- аварийное отключение (задается уставкой «Авар. откл.»). Срабатывание внутренних или внешних (по дискретным отключающим входам) защит с действием устройства на отключение выключателя;
- программируемый пуск 1…5 (задается уставками «Точка 1»… «Точка 5»). Пользователь задает точку на ФЛС, по сигналу от которой производится пуск.

Появление хотя бы одного из условий вызывает пуск записи осциллограммы.

1.2.20.9 При программируемом пуске осциллографа задание точки подключения к ФЛС выполняется аналогично выбору точки для реле с функцией, задаваемой пользователем (см. п.1.2.18). Дополнительно необходимо задать режим программируемого пуска: прямо-следящий, инверсно-следящий, прямо-фиксированный, инверсно-фиксированный.

«Прямо» означает, что активным сигналом является «1», соответственно пуск происходит при переходе логического сигнала с нуля в единицу. «Инверсный» – активный сигнал «0».

«Следящий» означает, что запись производится, пока присутствует сигнал (то есть пуск идет «по уровню»). «Фиксированный» – осциллограмма записывается только заданное время независимо от длительности присутствия сигнала (пуск идет «по фронту»). Время записи в фиксированном режиме определяется параметром $T_{ПРОГРАММ}$.

1.2.20.10 Каждая осциллограмма включает в себя доаварийный, аварийный и послеаварийный режимы.

Максимальная длительность одной осциллограммы ограничена и регулируется уставкой $T_{МАКС\ ОСЦ}$. Суммарное время включает в себя аварийный, до- и послеаварийные режимы и в сумме никогда не может

превышать заданную максимальную длительность. Это сделано для защиты от затирания всей памяти одной длинной осциллограммой в случае «зависания» одного из пусковых условий.

1.2.20.11 Длительность доаварийной и послеаварийной записей задается уставками $T_{ДОАВАРИЙН}$ и $T_{ПОСЛЕАВАР}$ соответственно.

1.2.20.12 Длительность записи аварийного режима зависит от причины пуска осциллографа. Если возникают сразу несколько условий пуска, то осциллограмма пишется до исчезновения всех условий, либо до заполнения максимальной длительности осциллограммы.

а) Программируемый пуск (по сигналу в заданной точке ФЛС)

В следящем режиме работы пуска («Прямо-След.», «Инвер-След.») осциллограмма будет складываться: доаварийный режим ($T_{ДОАВАРИЙН}$) + время присутствия сигнала в выбранной точке + послеаварийный режим ($T_{ПОСЛЕАВАР}$).

В фиксированном режиме пуска осциллограмма будет складываться: доаварийный режим + время записи при программируемом пуске ($T_{ПРОГРАММ}$) + послеаварийный режим.

б) Срабатывание одной из внутренних защит устройства

Присутствуют доаварийный и послеаварийный режимы. Запись аварийного режима производится от момента пуска одной из ступеней защит до момента возврата всех ступеней, при условии, что в этом интервале происходит срабатывание защит. В случае, если за пуском защит последовал возврат ступеней без срабатывания, то осциллограмма не сохраняется.

В случае, если после пуска ступеней защит срабатывание не происходит в течение времени превышающего максимальное время, отведенное под одну осциллограмму, то запись продолжается по кольцевому принципу (начало осциллограммы затирается новой информацией) до возврата ступеней. Таким образом, если последует срабатывание защиты, то сохранена будет последняя часть осциллограммы (длительностью $T_{МАКС\ ОСЦ}$).

в) Отключение по дискретному отключающему входу

Пуск происходит «по фронту» и время записи аварийного режима определяется независимой уставкой $T_{ДИСКРЕТ}$. Таким образом, в осциллограмму входят: доаварийный режим + время $T_{ДИСКРЕТ}$ + послеаварийный режим.

Данный случай аналогичен записи от программируемого пуска с режимом «Прямо-фиксированный».

1.2.20.13 Действия осциллографа при заполнении всей памяти, отведенной под осциллограммы, определяются уставкой «Режим записи», которая может принимать два значения:

- «Перезапись» – новая осциллограмма затирает самые старые (стирается целое число старых осциллограмм, суммарная длительность которых достаточна для записи новой осциллограммы);
- «Останов» – остановка записи до тех пор, пока память не будет освобождена командой по ЛС, либо непосредственно с лицевой панели устройства.

1.2.20.14 Имеется возможность непосредственно с индикатора устройства контролировать число записанных осциллограмм, а также объем свободной памяти. Эта информация отображается в меню «Контроль — Осциллограф».

Здесь же можно произвести очистку памяти осциллограмм (с вводом пароля). По команде стираются все осциллограммы, хранящиеся в памяти. Имеется возможность аналогичной очистки памяти по команде через ЛС.

1.2.21 Регистратор событий

1.2.21.1 В устройстве ведется регистрация событий с помощью регистратора событий. Под событием понимается изменение состояния хотя бы одного из ключевых узлов ФЛС. Перечень таких узлов представлен в Приложении Л.

1.2.21.2 Устройство проверяет наличие новых событий каждые 5 мс. Если новое событие обнаружено, то оно записывается в память регистратора. Каждому такому событию присваивается метка астрономического времени с точностью до 1 мс.

1.2.21.3 Память регистратора построена по кольцевому принципу, т.е. по схеме «первым пришел – первым ушел». Появление каждого нового события приводит к стиранию самого старого события.

Объем памяти регистратора событий позволяет зафиксировать 1000 последних событий.

1.2.21.4 Считывание информации регистратора событий осуществляется с помощью компьютера по ЛС.

1.2.22 Поддержка системы точного единого времени

1.2.22.1 Все события регистрируемые в устройстве идут с меткой времени с точностью до 1 мс.

1.2.22.2 Астрономическое время (год, месяц, день, час и т.д.) на устройствах защит подстанции можно задать по ЛС с помощью широковещательной команды задания времени. Но в большинстве случаев специфика ЛС и используемых протоколов не позволяет выдержать точность синхронизации до 1 мс.

1.2.22.3 В устройстве предусмотрены меры для включения в систему точного единого времени, для чего к синхронизируемым устройствам подводится специальный канал, по которому передается синхроимпульс. Это позволяет обеспечить синхронизацию устройств на защищаемом объекте с точностью до 1 мс.

1.2.22.4 Для приема сигнала синхроимпульса может использоваться входы устройства:

- вход интерфейса RS485 X3.2. В этом режиме (задается соответствующей программной настройкой, см. п.1.2.22.6) порт используется как дискретный вход (то есть реагирует на импульс с минимальной длительностью активного сигнала не менее 15 мс) и не может использоваться для организации стандартной ЛС;
- специализированный дискретный вход «Синхроимпульс». Данный вход выполнен на номинальное значение постоянного напряжения 24 В. Длительность входного импульса не менее 15 мс.

1.2.22.5 Приход импульса по каналу синхронизации приводит к автоматической «подстройке» внутреннего времени устройства.

1.2.22.6 Параметры синхронизации по времени задаются в разделе «Настройки»— «Синхронизация».

С помощью уставки «Импульс» имеется возможность задать частоту прихода сигнала синхронизации: один раз в секунду, в минуту, в час.

С помощью уставки «Порт» можно задать одно из значений:

- «Откл» – синхронизация не используется (в этом случае интерфейс RS485 можно использовать для организации стандартной ЛС);
- «RS485» – канал синхронизации выполняется с помощью интерфейса RS485;
- «Оптрон» – канал синхронизации выполняется с помощью входа «Синхроимпульс».

1.2.22.7 В случае, если уставкой задана синхронизация по времени («Порт — RS485/Оптрон»), а синхроимпульс не приходит в течение двух интервалов ожидания импульса (значение уставки «Импульс» умноженное на два), то на индикаторе устройства появляется неисправность «Нет импульса синхр.» (см. п.2.3.3.5).

1.2.23 Линия связи (ЛС)

1.2.23.1 Устройство оснащено двумя или тремя интерфейсами ЛС с компьютером – USB на передней панели устройства; RS485 – на задней и третий (опциональный) интерфейс – RS485 или Ethernet.

1.2.23.2 Разъем USB на передней панели предназначен, в основном, для проведения пусконаладочных работ и позволяет соединяться с компьютером по принципу «точка – точка». Для соединения с компьютером используется стандартный кабель типа «А–В». Гальванической развязки от схемы устройства данный интерфейс не имеет.

1.2.23.3 Интерфейс RS485 на задней панели прибора предназначен для постоянного подключения устройства в локальную сеть связи для решения задач АСУ. На этом интерфейсе реализуется многоточечное подключение, то есть к одному компьютеру можно одновременно подключать несколько устройств с аналогичным каналом параллельно (шинная архитектура). Этот интерфейс всегда имеет полную гальваническую развязку от схемы устройства.

1.2.23.4 Наличие и тип третьего интерфейса зависит от исполнения.

1.2.23.5 Устройство поддерживает протокол связи Modbus RTU или Modbus TCP, в зависимости от исполнения.

1.2.23.6 При использовании протокола Modbus уставками необходимо дополнительно ввести параметры этого протокола, позволяющие настроить устройство на работу с различными вариантами передачи данных. Этими параметрами являются адрес устройства в локальной сети, скорость передачи данных, наличие и вид проверки данных на четность, а также количество стоповых бит.

1.2.23.7 Все интерфейсы связи позволяют выполнять все доступные операции, могут работать одновременно, в том числе на разных скоростях передачи.

1.2.23.8 ЛС с интерфейсом RS485 рекомендуется согласовывать на концах, подключая встроенные согласующие резисторы на крайних устройствах. Подключение осуществляется с помощью замыкания контактов 3 и 4 клеммника.

1.2.23.9 Монтаж ЛС с интерфейсом RS485 рекомендуется производить с помощью витой экранированной пары, соблюдая полярность подключения проводов.

1.2.23.10 Монтаж ЛС с интерфейсом Ethernet по «витой паре» производится с помощью стандартных кабелей типа UTP или FTP с разъемами RJ45.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Конструкция изделия

1.3.1.1 Конструктивно устройство выполнено в виде стального блока, имеющего лицевую панель (пульт управления).

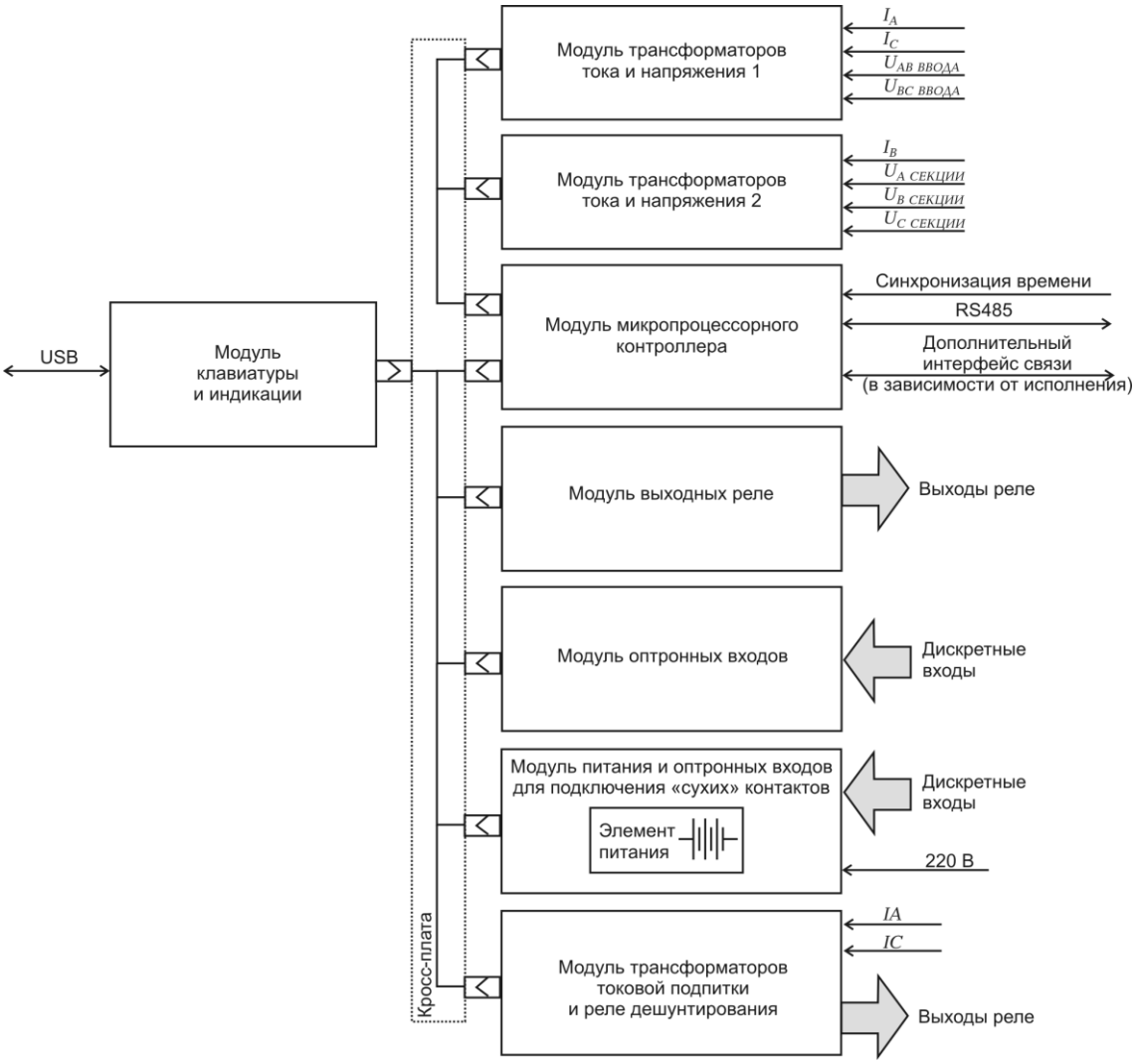


Рисунок 2 – Структурная схема устройства

1.3.1.2 В блоке расположены модули, в состав которых входят печатная плата и другие необходимые элементы. Модули объединены между собой с помощью печатной кросс-платы. Внешние сигналы всех модулей (кроме модуля управления) выведены на заднюю панель блока и подключены к клеммам. Клеммы выполнены разъемными (целой группой), что позволяет при необходимости оперативно заменить устройство, не нарушая монтаж подводящих проводов.

1.3.1.3 На передней панели устройства установлены:

- индикатор, содержащий четыре строки по 20 знакомест, с управляемой подсветкой и регулируемой контрастностью;
- кнопки клавиатуры управления (шесть кнопок управления диалогом «человек-машина», кнопка сброса сигнализации и кнопки оперативного управления);
- светодиоды сигнализации (с фиксированным назначением и программируемые пользователем).

1.3.1.4 устройство состоит из следующих модулей (см. рисунок 2):

- клавиатуры и индикации;
- оптронных входов;
- выходных реле;
- входных трансформаторов тока и напряжения;
- питания и оптронных входов для подключения «сухих» контактов;
- токовой подпитки и дешунтирования.

1.3.2 Модуль контроллера

1.3.2.1 Модуль, кроме собственно 32-разрядного микропроцессора, содержит 4 МБ ПЗУ, 16 МБ сохраняемого ОЗУ, сторожевой таймер, часы-календарь, схему резервного питания памяти и календаря, энергонезависимую память уставок, интерфейс шины расширения и 14-разрядный 8-канальный АЦП. Процессор обслуживает последовательные ЛС – USB, RS485 и третий интерфейс (в зависимости от исполнения). Там же расположен вход синхронизации времени.

1.3.2.2 Модуль контроллера выполняет следующие функции:

- прием сигналов от ТТ (3 канала);
- прием сигналов от ТН (5 каналов);
- аналого-цифровое преобразование входных аналоговых сигналов;
- восстановление формы сигнала при погрешностях первичных ТТ;
- фильтрация аналоговых сигналов, подавление апериодической и высокочастотных составляющих, начиная со второй гармоники;
- восстановление тока фазы «В» при ее отсутствии;
- расчет действующих значений первой гармонической составляющей входных сигналов;
- расчет действующих значений высших гармонических составляющих тока нулевой последовательности;
- расчет действующего значения токов и напряжений прямой и обратной последовательностей;
- выбор максимального значения из трех фазных токов;
- сравнение рассчитанных значений токов с уставками;
- отработка выдержек времени;
- выдача сигналов на соответствующие реле;
- постоянный опрос всех дискретных сигналов;
- обслуживание ФЛС;
- индикация состояния устройства на светодиодах;
- опрос управляющих кнопок;
- обслуживание ЛС;
- вывод информации на дисплей;
- постоянная самодиагностика модуля.

1.3.3 Модуль клавиатуры и индикации

1.3.3.1 Модуль опрашивает состояние кнопок, выводит информацию на индикатор в буквенно-цифровом виде, а также управляет его подсветкой.

1.3.4 Модули оптронных входов

1.3.4.1 Модули обеспечивают:

- гальваническую развязку входных дискретных сигналов от электронной схемы устройства;
- высокую помехоустойчивость функционирования за счет высокого порога срабатывания оптоэлектронного преобразователя не ниже 0,7 от $U_{НОМ}$.

1.3.4.2 Модуль рассчитан на дискретные сигналы напряжением 220 В постоянного/переменного тока.

1.3.5 Модуль выходных реле

1.3.5.1 Выходные реле, примененные в устройстве, обеспечивают гальваническую развязку электронной схемы устройства с коммутируемыми цепями и обладают высокой коммутирующей способностью. В схеме предусмотрена блокировка от случайных срабатываний выходных реле при сбоях процессора.

1.3.5.2 Напряжение питания управляющих обмоток выходных реле составляет 24 В постоянного тока.

1.3.6 Модули входных трансформаторов тока и напряжения

1.3.6.1 Устройство имеет два модуля трансформаторов тока и напряжения. Первый модуль имеет два ТТ и два ТН; второй - имеет один ТТ и три ТН (см. рисунок 2).

1.3.6.2 Промежуточные трансформаторы обеспечивают гальваническую развязку и предварительное масштабирование входных сигналов. Первичные обмотки трансформаторов обеспечивают заданную термическую стойкость при кратковременных перегрузках по входным сигналам.

1.3.7 Модуль питания и оптронных входов для подключения «сухих» контактов

1.3.7.1 Модуль преобразует первичное напряжение оперативного питания (переменное, постоянное или выпрямленное) во вторичные выходные стабилизированные напряжения постоянного тока +5 В и +24 В.

1.3.7.2 Устройство комплектуется модулем питания на напряжение 220 В постоянного/переменного тока.

1.3.7.3 На модуле расположен отсек элемента питания, обеспечивающего сохранение памяти и хода часов при отсутствии оперативного питания.

1.3.7.4 Модуль содержит три дискретных входа, работающих от внутреннего гальванически развязанного источника питания 24 В. **Запрещается** подача внешнего напряжения на эти входы, т.к. это приводит к повреждению устройства.

1.3.8 Модуль токовой подпитки и дешунтирования

1.3.8.1 Модуль содержит два токовых трансформатора подпитки. Этот модуль в исполнении устройства «Р2» дополнительно содержит мощное реле дешунтирования с НЗ контактами для фаз «А» и «С».

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Основные принципы функционирования

1.4.1.1 Устройство всегда находится в режиме слежения за фазными токами ввода ($I_A$, $I_B$, $I_C$), линейными напряжениями ввода ($U_{AB\ ввода}$, $U_{BC\ ввода}$) и фазными напряжениями секции ($U_{A\ секции}$, $U_{B\ секции}$, $U_{C\ секции}$) При отсутствии ТТ в фазе «В» ток фазы «В» рассчитывается по формуле (1).

1.4.1.2 Устройство одновременно измеряет мгновенные значения токов и напряжений с помощью многоканального АЦП. Снятые значения АЦП обрабатываются по программе цифровой фильтрации относительно первой гармоники промышленной частоты, в результате чего получаются декартовы координаты векторов входных токов и напряжений с относительной взаимной фазировкой. Фильтрация отсекает постоянную составляющую сигналов, высшие гармоники, а также ослабляет экспоненциальную составляющую при переходных процессах при авариях на линии.

1.4.1.3 Для сравнения с уставками вычисляется действующее значение каждого тока и напряжения, находится максимальное и минимальное значения из фазных токов и линейных напряжений.

Одновременно рассчитываются симметричные составляющие по формулам (2)–(6).

Значения модулей векторов вычисляются каждые 5 мс и сравниваются с уставками, введенными в устройство при настройке его на конкретное применение.

1.4.1.4 При пуске какой-либо ступени защиты включается светодиод «Пуск защиты» и происходит автоматическое уменьшение значения уставки для исключения дребезга и обеспечения коэффициента возврата порядка 0,95. При токе менее 2 А коэффициент возврата уменьшается до 0,92.

1.4.1.5 Далее запускаются временные задержки, заданные для каждой ступени срабатывания. В случае снижения входных токов ниже порога происходит сброс выдержки времени. Для зависимых характеристик выдержка времени управляется текущим током.

После выдержки заданного времени включенных защит включается светодиод «Защита» и происходит отключение выключателя с помощью реле «Откл.».

1.4.1.6 В момент срабатывания контактов реле происходит фиксация причины отключения выключателя (вид сработавшей защиты, внешнее отключение или команда), времени срабатывания защиты при помощи встроенных часов-календаря, а также времени, прошедшего с момента выявления условий срабатывания защиты до момента срабатывания реле «Откл.» $T_{ЗАЩ}$ (по нему можно судить о реальном полном времени реакции защиты на аварию).

По сигналу отключения выключателя РПО включается светодиод «Аварийное отключение», начинает мигать светодиод «Откл.» и происходит фиксация общего времени существования аварийной ситуации $T_{ОТКЛ}$. Это позволяет определять время отключения высоковольтного выключателя.

1.4.1.7 Размыкание контактов реле «Откл.» происходит только после разрыва цепи катушки отключения выключателя блок-контактами выключателя для защиты контактов реле устройства от подгорания. Аналогично реализована и цепь включения выключателя. Отключение реле устройства при несрабатывании блок-контактов производится вручную, кнопкой «Сброс», после снятия питания цепей управления. Предусмотрен контроль за временем переключения выключателя, а также возможность ограничения длительности выдачи управляющих сигналов на выходные реле «Откл.» и «Вкл.».

1.4.1.8 При любом (см. п.1.2.9.3) включении выключателя с помощью устройства автоматически может вводиться ускорение срабатывания любых ступеней МТЗ в течение времени $T_{УСКОР}$ + 1 с. Задержка при ускорении задается отдельной уставкой $T_{УСКОР}$. По истечении времени $T_{УСКОР}$ + 1 с ускорение выводится из работы, и начинают действовать различные уставки по времени для разных ступеней МТЗ. Наличие ускорения по каждой из ступеней задается уставками.

1.4.1.9 При условии выдачи команды на отключение выключателя и отсутствии снижения тока ввода ниже значения уставки «УРОВ»–«I» в течение заданного уставкой «УРОВ»–«Т» времени, срабатывает выходное реле «УРОВ». Оно выдает сигнал отключения вышестоящих выключателей. Таким образом, сигнал «УРОВ» будет выдаваться только при условии несрабатывания своего выключателя. Это позволяет снизить время отключения вышестоящего выключателя и уменьшить последствия отказа своего выключателя. Замкнутое состояние контактов реле «УРОВ» обеспечивается до снижения тока ввода ниже значения уставки «УРОВ»–«I». Длительность замкнутого состояния реле «УРОВ» – не менее 1 с.

1.4.1.10 Снижение оперативного питания ниже границ, указанных в таблице 3, побуждает устройство сохранить своё состояния в энергонезависимую память, зафиксировать факт снижения питания и заблокироваться. При восстановлении оперативного питания устройство отобразит неисправность «Сбой питания» (см. п.2.3.3.5).

1.4.2 Самодиагностика

1.4.2.1 В устройстве предусмотрен механизм самодиагностики. Этот механизм позволяет устройству диагностировать свои программно-доступные узлы. К ним относятся: центральный процессор (ARM), процессор цифровой обработки сигналов (DSP), ПЗУ, ОЗУ, энергонезависимая память уставок и АЦП. Самодиагностика производится постоянно в течение всего времени работы устройства.

1.4.2.2 В случае обнаружения неисправности замыкаются контакты реле «Отказ» (см. п.1.4.5.6). На индикаторе выдается мигающее сообщение об ошибке (см. Приложение А). Устройство перестает формировать команды своими выходными реле и воспринимать внешние команды. Происходит полная блокировка устройства.

1.4.2.3 Для обеспечения дополнительной надежности работы в устройстве имеется сторожевой таймер. Он позволяет осуществить перезапуск (формирование аппаратного сброса) процессора при возникновении случайных сбоев.

1.4.3 Входные аналоговые сигналы

1.4.3.1 Входы «$I_A$», «$I_B$» и «$I_C$» предназначены для подключения вторичных обмоток ТТ ввода. Обмотки обязательно должны быть правильно сфазированы. Клеммы начала обмоток помечены знаком «*».

При отсутствии на присоединении ТТ в фазе «В» (см. п.1.1.13) соответствующие входные клеммы устройства оставляют неподключенными.

1.4.3.2 Входы «$U_A$», «$U_B$» и «$U_C$» секции предназначены для подключения вторичных обмоток измерительных ТН, установленных на секции.

1.4.3.3 Входы «$U_A$», «$U_B$» и «$U_C$» ввода предназначены для подведения к ним треугольника напряжений от ТН, установленного выше вводного выключателя.

В случае установки на подстанции на вводе не ТН, а ТСН с линейными напряжениями 220 В или 380 В следует применять дополнительные внешние промежуточные трансформаторы или резистивные делители для обеспечения номинальных линейных напряжений, подаваемых на вход устройства, равных 100 В. Если ВНР или пуск ЗМН по напряжениям ввода не применяется, то подключение цепей от ТН на вводе не требуется.

1.4.4 Входные дискретные сигналы

1.4.4.1 Состояние входа «Вход РПО» служит для контроля состояния выключателя линии «Отключено», а также для индикации его на передней панели устройства.

1.4.4.2 Состояние входа «Вход РПВ» служит для контроля состояния выключателя линии «Включено», а также для индикации его на передней панели устройства.

1.4.4.3 Вход «Автомат ШП» предназначен для сигнализации пропадания напряжения на шинах питания завода пружин, либо для контроля готовности выключателя (см. п.1.2.9.23).

1.4.4.4 Вход «Сброс сигнализации» может использоваться для дистанционного сброса всех реле и светодиодов сигнализации устройства (см. п.1.2.16.4). Например, от внешней кнопки или по ТУ.

1.4.4.5 Вход «Разрешение ТУ» предназначен для разделения полномочий управления между местными и дистанционными источниками управления выключателем (см. п.1.2.9.7).

1.4.4.6 Входы «Вкл. от ключа» и «Откл. от ключа» предназначены для местного включения и отключения выключателя ключом управления (см. п.1.2.9.6).

1.4.4.7 Входы «Вкл. по ТУ» и «Откл. по ТУ» предназначены для дистанционного включения и отключения выключателя по ТУ при использовании систем телемеханики (см. п.1.2.9.6).

1.4.4.8 Вход «Автомат ТН» предназначен для контроля положения автоматического выключателя, установленного в цепях ТН на секции шин (см. п.1.2.14.1).

1.4.4.9 Вход «РПВ СВ» предназначен для реализации схемы ВНР (см. п.1.2.7.5). Если функция ВНР не используется, то данный вход подключать не требуется.

1.4.4.10 Входы «Вход 1».. «Вход 8» предназначены для расширения функциональных возможностей устройства (см. 1.2.17).

1.4.5 Выходные реле

1.4.5.1 Реле «Откл» предназначено для отключения выключателя. Реле воздействует на катушку отключения выключателя.

1.4.5.2 Реле «Вкл.» предназначено для включения выключателя. Реле воздействует на катушку включения выключателя.

При проектировании необходимо следить за возможностью повреждения контактов реле. Если они должны размыкать ток, превышающий значения указанные в таблице 3, то необходимо применять промежуточные реле.

1.4.5.3 Реле «УРОВ» предназначено для выдачи сигнала на отключение вышестоящих выключателей при отказе своего выключателя (см. п.1.2.10.2).

1.4.5.4 Реле «Реле 1»..«Реле 3» предназначены для программного (см. п.1.2.18) подключения к внутренним точкам ФЛС.

1.4.5.5 Реле «Пуск МТЗ» срабатывает при пуске любой из введенных на отключение ступеней МТЗ и ЛЗШ (см. п.1.2.11.9). Реле предназначено для организации контроля по току дуговой защиты отходящих присоединений, пуска внешней схемы УРОВ, контроля чувствительности МТЗ и других целей.

1.4.5.6 Реле «Отказ» контролирует работоспособность самого устройства. Нормально замкнутые его контакты размыкаются при срабатывании реле в случае наличия оперативного питания после полной проверки работоспособности устройства его функцией самодиагностики (см. п.1.4.2). Реле предназначено для работы на аварийно-предупредительную сигнализацию подстанции. По данному выходу рекомендуется устанавливать дополнительный внешний блинкер.

1.4.5.7 Реле «Сигнализация» является органом воздействия предупредительной сигнализации устройства (см. п.1.2.16) на предупредительную сигнализацию подстанции.

1.4.5.8 Реле «РФК» предназначено для выдачи сигнала аварийной сигнализации (см. рисунок И.5). Данное реле является поляризованным (бистабильным), и его состояние не зависит от наличия питающего напряжения. Замыкание контактов реле происходит при любом (см. п.1.2.9.3) включении выключателя. Размыкание контактов реле возможно только в случае командного отключения выключателя.

1.4.5.9 Реле «АВР» предназначено для реализации включения резерва в схеме АВР (см. п.1.2.6.3).

1.4.5.10 Реле «Дешунтирование» предназначено для аварийного (см. п.1.2.9.3) отключения выключателя, оснавщенного РТМ. Реле не срабатывает в случае командного (см. п.1.2.9.3) отключения.

Данное реле имеется только при исполнении устройства «Р2».

1.4.6 Светодиоды

1.4.6.1 Светодиоды расположены на лицевой панели устройства (см .рисунок Г.1). Назначением светодиодов является информирование оперативного персонала о состоянии устройства.

1.4.6.2 Светодиод «Питание» горит при наличии питания у устройства.

1.4.6.3 Светодиод «Пуск защиты» срабатывает при запуске хотя бы одной функции защиты устройства, действующей на отключение выключателя.

1.4.6.4 Светодиоды «ОТКЛ» и «ВКЛ» отображают состояние выключателя (см. п.1.2.9.17 и п.1.2.9.18). Светодиод «ОТКЛ» мигает при аварийном (см. п.1.2.9.3) отключении выключателя до момента его квитирования (см. п.1.2.9.4). Цвет срабатывания этих светодиодов регулируется (см. п.1.1.16).

1.4.6.5 Светодиоды группы «Оперативное управление» отображают состояние оперативного управления функций, поддерживающих такой вид управления (см. п.1.4.7.5).

1.4.6.6 Светодиоды «УРОВ», «АПВ», «ЗМН», «АВР» и «ЛЗШ» группы «Блокировки» отображают состояние блокировки этих функций. Если любая из этих функций имеет наличие блокирующих условий, но её уставка «Функция»=«Откл», то соответствующий светодиод гореть не будет.

1.4.6.7 Светодиоды «УРОВ», «АПВ» и «АВР» группы «Срабатывание» загораются при срабатывании функций «УРОВ» (см. п.1.2.10.2), «АПВ» и «АВР» соответственно. Эти светодиоды будут находиться в сработанном состоянии до момента их сброса. Сброс осуществляется аналогично сбросу предупредительной сигнализации (см. п.1.2.16.4).

1.4.6.8 Светодиод «Защита» загорается при срабатывании любой функции защиты устройства, действующей на отключение выключателя. Сброс осуществляется аналогично сбросу предупредительной сигнализации (см. п.1.2.16.4).

1.4.6.9 Светодиод «Аварийное отключение» загорается при аварийном (см. п.1.2.9.3) отключении выключателя. Этот светодиод будет находиться в сработанном состоянии до момента его сброса. Отключение светодиода осуществляется последовательным сбросом аварийной сигнализации (см. п.1.2.15.2) и предупредительной сигнализации (см. п.1.2.16.4).

1.4.6.10 Светодиод «Внешняя неисправность» загорается при наличии хотя бы одной внешней неисправности (см. п.2.3.3.5). Этот светодиод будет находиться в сработанном состоянии до момента его сброса. Сброс осуществляется аналогично сбросу предупредительной сигнализации (см. п.1.2.16.4).

1.4.6.11 Светодиод «1» группы «Блокировки» и светодиоды «2»-«3» группы «Срабатывание» являются светодиодами «1»..« 3» с функцией, задаваемой пользователем (см. п.1.2.19). Удобно светодиоду «1» назначать отображение различных блокировок, а светодиодам «2»-«3» каких-либо срабатываний.

1.4.6.12 Исправность светодиодов можно проверить функцией тестирования светодиодов в разделе «Контроль».

1.4.7 Оперативное управление

1.4.7.1 Устройств поддерживает оперативное управление некоторыми функциями (УРОВ, АПВ, ЗМН, АВР, ЛЗШ). Специфика оперативного управления этих функций описана в пп.1.2.10.2.7, 1.2.12.9, 1.2.8.5.4, 1.2.6.5.6 и 1.2.11.11 соответственно.

Оперативное управление позволяет дежурному персоналу воздействовать на указанные функции. Ввод пароля не требуется.

1.4.7.2 Органы оперативного управления расположены на лицевой панели устройства (см .рисунок Г.1). Они представляют собой кнопки с наименованием функций, поддерживающих оперативное управление, и кнопку «_/_».

1.4.7.3 Оперативное управление поддерживается как при работе с лицевой панелью устройства, но и при работе по ЛС.

1.4.7.4 Воздействие на функцию, поддерживающую оперативное управление, осуществляется одновременным нажатием кнопки «_/_» и соответствующей кнопки оперативного управления. Такая реализация оперативного управления в устройстве помогает свести к минимуму вероятность случайного нажатия кнопок оперативного управления.

1.4.7.5 Каждая функция, поддерживающая оперативное управление, имеет по два («Работа», «Вывод») светодиода состояния оперативного управления. Если функция введена в действие уставкой, то один из этих светодиодов горит. В противном случае, оба светодиода погашены.

1.4.7.6 Состояние органов оперативного управления фиксируется при срабатывании устройства. Это позволяет, при необходимости, выявлять ошибки дежурного персонала.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 На корпусе устройства имеется маркировка, содержащая следующие данные:

- товарный знак;
- обозначение («Сириус-2-В-БПТ»);
- исполнение по наличию реле дешунтирования;
- исполнение по интерфейсу ЛС;
- заводской номер;
- дату изготовления (месяц, год).

1.5.2 Органы управления и индикации устройства, а также клеммы подключения имеют поясняющие надписи.

1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковка устройства произведена в соответствии с требованиями ТУ 3433-002-54933521-2009 для условий транспортирования, указанных в п.5 настоящего РЭ.

1.6.2 Транспортная тара имеет маркировку, выполненную по ГОСТ 14192-96, и содержит манипуляционные знаки.

## 2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Климатические условия эксплуатации устройства должны соответствовать требованиям п.1.2.2.10 настоящего РЭ.

### 2.2 Подготовка изделия к использованию

#### 2.2.1 Меры безопасности

2.2.1.1 При работе с устройством необходимо соблюдать общие требования техники безопасности, распространяющиеся на устройства релейной защиты и автоматики энергосистем.

2.2.1.2 К эксплуатации допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

2.2.1.3 Устройство должно устанавливаться на заземленные металлические конструкции, при этом необходимо обеспечить надежный электрический контакт между панелью и винтами крепления устройства, а также соединить заземляющий болт устройства с контуром заземления медным проводом сечением не менее 2 мм$^2$.

#### 2.2.2 Порядок установки

2.2.2.1 Внешний вид устройства приведен на рисунках Г.1–Г.4. Механическая установка устройства на панель производится с помощью 4-х винтов согласно разметке, приведенной на рисунке Г.5.

2.2.2.2 Электрическая схема подключения приведена на рисунке Д.1. Чередование фазных токов обязательно проверяется после построения векторной диаграммы нагрузочного режима, полученной в разделе «Контроль», а также по значению тока $I_2$. Токи должны подводиться с прямым чередованием фаз (см. п.1.1.15). В тех энергосистемах, где принято обратное чередование фаз, токи подводятся согласно маркировке на устройстве и выставляется уставка «Общие»–«Черед.фаз»=«ОБРАТНОЕ».

Оперативное питание 220 В постоянного или переменного тока подключается к контактам «Питание». Полярность подключения питания произвольная.

2.2.2.3 Внешние электрические цепи подключаются при помощи клеммных колодок.

2.2.2.3.1 Измерительные токовые цепи и цепи подпитки и дешунтирования подключаются к клеммным колодкам X1 и X9. Клеммные колодки позволяют зажимать одножильный или многожильный провод сечением от 0,33 до 3,3 мм$^2$.В случае использования проводов большего сечения необходимо применять Y-образные наконечники.

2.2.2.3.2 Цепи измерения напряжения, цепи оперативного питания и ЛС подключаются к разъемным клеммным колодкам X2-X8. При монтаже необходимо сначала вставить ответную часть в разъем по всей длине, затем, убедившись, что защелкнулись боковые пластмассовые фиксаторы, завинтить два фиксирующих винта. Клеммная колодка позволяет зажимать одножильный или многожильный провод сечением от 0,08 до 3,3 мм$^2$.

2.2.2.4 Выходные релейные контакты сигнализации устройства, замыкающиеся при неисправности внешних цепей управления или аварийном отключении линии (клеммы «Отказ», «Сигнализация» и «РФК»), подключаются к центральной сигнализации подстанции и могут быть включены параллельно.

2.2.2.5 Индикатор устройства имеет подсветку (см. п.2.3.2.7) и возможность регулирования его контрастности (см. п.2.3.2.6).

2.2.2.6 В комплект с устройством поставляется сменная батарейка для сохранения памяти и хода часов при отключении оперативного питания. Конфигурация устройства и уставки хранятся в энергонезависимой памяти и не зависят от наличия батарейки. При поставке устройства батарейка уже установлена в батарейный отсек (см. рисунок Г.4). Перед использованием устройства до подачи оперативного питания необходимо подключить батарейку, для чего:

- отвинтить фиксирующий винт на торце модуля питания с задней стороны устройства и повернуть крышку отсека батарейки;
- извлечь защитную пленку для восстановления контакта батареи питания;
- закрыть крышку и завернуть фиксирующий винт;
- подать питание на устройство и убедиться, что символ наличия батарейки на индикаторе находится в соответствующем состоянии (см. таблицу 11).

Если индикатор отображает наличие неисправности «Нет батарейки» (см. п.2.3.3.5) и значок отсутствия заряда батарейки (см. таблицу 11), то батарейка либо неправильно установлена (перепутана полярность, отсутствует контакт), либо разряжена. Тогда требуется её замена по методике п.3.2. После замены батарейки необходимо произвести сброс предупредительной сигнализации устройства (см. п.1.2.16.4) и убедиться в исчезновении неисправности «Нет батарейки» (см. п.2.3.3.5).

При длительном (порядка нескольких минут) одновременном отсутствии батарейки и оперативного питания данные срабатываний, событий и осциллограмм будут потеряны. На индикаторе появится неисправность «Сбой памяти» (см. п.2.3.3.5).

2.2.2.7 Перед вводом в эксплуатацию устанавливаются (проверяются) значения уставок согласно таблице Ж.1. Работа с уставками выполняется по методике описанной в п.2.3.2.3.

2.2.2.8 После подключения всех цепей и при наличии достаточной нагрузки на контролируемом присоединении (ориентировочно более 0,3 А вторичных) необходимо проверить правильность включения устройства путем снятия параметров нагрузки в разделе «Контроль».

Снятие векторной диаграммы осуществляется в разделе «Контроль» при надписи на индикаторе «Векторная диаграмма» кнопкой «Ввод». При нажатии кнопки снимается векторная диаграмма токов и тут же отображается на индикаторе. Считываются значения векторов и строится векторная диаграмма для определения правильной фазировки цепей. Взаимное расположение векторов должно соответствовать реальному чередованию фаз. Фазовые углы векторов отсчитываются относительно направления вектора $U_A$.

Целесообразно сделать 2–3 снятия диаграммы и сопоставить результаты с точки зрения их повторяемости.

## 2.3 Использование изделия

### 2.3.1 Взаимодействие пользователя с устройством

2.3.1.1 Пользователь может взаимодействовать с устройством как с помощью органов управления и индикации, так и по ЛС.

2.3.1.2 Органы управления и индикации расположены на лицевой панели устройства (см. рисунок Г.1). Их возможностей полностью достаточно для конфигурирования устройства, чтения всех его аналоговых измерений, состояния дискретных выходов, просмотра архива отключений выключателя, а также оперативного управления некоторыми функциями.

Использование подключения по ЛС позволяет помимо вышеперечисленных возможностей осуществлять телеуправление, а также получать и просматривать записанные осциллограммы и архив регистратора событий.

### 2.3.2 Работа с клавиатурой и индикатором

2.3.2.1 Переход между разделами диалога (см. рисунок Ж.1), редактирование уставок и настроек осуществляется с помощью кнопок лицевой панели устройства (см. таблицу 10).

Некоторые из разделов имеют многоуровневую древовидную структуру. Признаком вложенности является обрамление наименования пункта в **[**квадратные скобки**]**.

Положение пользователя в пределах данного уровня определяется положением курсора – «>».

Таблица 10 – Кнопки лицевой панели устройства для работы с диалогом

| Кнопка | Назначение |
|---|---|
| Ввод | 1. Перемещение на нижестоящий уровень.<br>2. Переход к редактированию той уставки или настройки, на которую указывает курсор «>».<br>3. Завершение редактирования редактируемой уставки или настройки с сохранением в буфер |
| Выход | 1. Перемещение на вышестоящий уровень.<br>2. Завершение редактирования редактируемой уставки или настройки без сохранения в буфер |
| ▲ | 1. Перемещение на одну позицию списка вверх.<br>2. Увеличение значения уставки или настройки в режиме редактирования |
| ▼ | 1. Перемещение на одну позицию списка вниз.<br>2. Уменьшение значения уставки или настройки в режиме редактирования |
| ◀ | Перемещение на одно знакоместо влево в режиме редактирования уставки или настройки |
| ▶ | Перемещение на одно знакоместо вправо в режиме редактирования уставки или настройки |
| Сброс | 1. Перемещение в раздел «Дежурный режим» или раздел «Неисправности»; сброс пароля и отключение подсветки индикатора.<br>2. Сброс сигнализации устройства.<br>3. Выключение светодиодов и реле, работающих в режиме «с фиксацией», причина включения которых на данный момент устранена. |

2.3.2.2 Буферизация введенных уставок и настроек

В устройстве реализован механизм буферизации редактируемых уставок и настроек. Он позволяет предотвратить потерю введенных (но не сохраненных) данных, даже если во время ввода произошло

срабатывание устройства или случилась потеря оперативного питания. Не потребуется заново вводить уже отредактированные значения уставок и настроек. Достаточно совершить переход в раздел «Уставки» или «Настройки». При этом устройство выдаст запрос пользователю «Буфер редактирования изменен. Продолжить редактирование?» Если выбрать ответ «Да», то отредактированные (но не сохраненные) уставки и настройки будут восстановлены из буфера. Выбор ответа «Нет» приведет к очистке буфера и потере всех измененных ранее настроек и уставок.

2.3.2.3 Ввод значений уставок и настроек

Для ввода значения уставки числового типа необходимо выбрать соответствующий пункт раздела, нажать кнопку «Ввод». Младшая цифра уставки начнет мигать. Кнопками «▼» и «▲» необходимо установить требуемое значение цифры. Далее нажать кнопку «◀». Начнет мигать следующая цифра. После того как цифровое значение уставки сохранено, его нужно сохранить в буфер. Для этого нужно нажать кнопку «Ввод». Если сохранения измененной уставки в буфере не требуется, то нужно нажать кнопку «Выход». В этом случае значение уставки вернется к значению до начала её редактирования.

Ввод значений уставок списочного типа производится аналогично вводу значений уставок числового типа.

Ввод значений настроек осуществляется аналогично вводу уставок.

2.3.2.4 Сохранение уставок и настроек

После того как введены все значения уставок и настроек их нужно сохранить. Сохранение осуществляется путем выхода из данного раздела. При выходе устройство выдаст запрос «Сохранить параметры?». Возможны три варианта ответа на этот запрос

- «отмена» (введенные значения сохраняются в буфере, но не вводятся в действие);
- «нет» (введенные значения не сохраняются в буфер и не вводятся в действие);
- «да» (введенные значения не сохраняются в буфер, но вводятся в действие).

Перед выбором ответа «да» пользователю необходимо обязательно проверить ВСЕ УСТАВКИ. Такое требование обосновывается тем, что пользователь, редактируя некоторые уставки, может не обратить внимания на соответствующее влияние остальных уставок при изменении данных уставок.

Все измененные уставки и настройки вводятся в действие разом только после их сохранения. Такой механизм позволяет редактировать уставки и настройки на включенном защищаемом объекте. Это исключает случаи ложных отключений при смене только части взаимосвязанных уставок. Данный принцип поддерживается как при работе с помощью лицевой панели устройства, так и при работе по ЛС.

2.3.2.5 Индикатор устройства имеет четыре строки. Верхняя строка выделена под отображение статусной информации. Она содержит наименование раздела, в котором в данный момент находится пользователь, и набор служебных пиктограмм (см. таблицу 11).

Таблица 11 – Пиктограммы статусной информации

| Символ | Условие появления | Условие исчезновения |
|---|---|---|
| | Батарейка имеет достаточный заряд | |
| | Батарейка разряжена или отсутствует | |
| | Изменение хотя бы одной уставки или настройки | Сохранение уставок |
| | Редактирование уставок и настроек запрещено (не введен пароль) | Ввод пароля |
| | Редактирование уставок и настроек разрешено (введен пароль) | Переход в «Дежурный режим» или истечение интервала времени 5 мин после нажатия кнопок |

2.3.2.6 Контрастность индикатора

В устройстве имеется механизм регулирования уровня контрастности индикатора. Использование этой возможности может быть актуальной, если информация на индикаторе отображается недостаточно четко.

Регулирование контрастности осуществляется одновременным нажатием кнопок «◀» и «▶» в разделах «Дежурный режим» или «Неисправности». Для увеличения контрастности нужно нажать кнопку «▶», для уменьшения – «◀». Сохранить выставленный уровень контрастности можно путем нажатия кнопки «Ввод».

2.3.2.7 Подсветка индикатора

Индикатор устройства имеет встроенную подсветку. Подсветка автоматически включается в случаях срабатывания устройства или выявления внешних неисправностей. В этих случаях подсветка будет включена до момента сброса сигнализации устройства. Такой механизм позволяет дополнительно привлечь внимание оперативного персонала к устройству, требующего внимания к себе.

Подсветка автоматически включается при работе пользователя с интерфейсом «человек-машина». Её выключение происходит путем перехода в «Дежурный режим», сброса сигнализации устройства или через 5 минут после последнего нажатия на кнопки лицевой панели устройства.

Имеется возможность принудительного включения подсветки без её автоматического выключения. Для этого необходимо выставить настройку «Деж.подсветка» = «Вкл».

2.3.3 Информационные разделы диалога устройства

2.3.3.1 Вся доступная с помощью индикатора кнопок лицевой панели устройства информация, распределяется по следующим разделам:

- дежурный режим;
- неисправности;
- срабатывания;
- контроль;
- настройки;
- уставки.

2.3.3.2 Не зависимо от того, в каком из разделов в данный момент находится пользователь, устройство выполняет свои функции в заданном текущими значениями уставок и настроек объеме.

2.3.3.3 Подробное описание структуры разделов «Срабатывания», «Контроль», «Настройки» и «Уставки» представлено в таблице Ж.1.

2.3.3.4 «Дежурный режим»

Раздел предназначен для отображения дежурному персоналу подведенных к устройству токов и текущего значения даты и времени. В штатном режиме работы устройство всегда находится в этом разделе.

Устройство выходит из этого раздела в случаях, требующих внимания оперативного персонала к сложившейся ситуации:

- отключение выключателя (см. таблицу К.1);
- включение выключателя (см. таблицу К.2);
- появление новой неисправности (см. п.2.3.3.5).

Автоматический вход в этот раздел происходит при истечении пяти минут с момента нажатия кнопок лицевой панели устройства.

Устройство находится в этом разделе только, если не выполняется любое из следующего:

- выявление новых неисправностей, причина которых не устранена;
- отсутствие сброса устройства после его последнего срабатывания или выхода на верхний уровень – списку срабатываний;
- истечение интервала времени менее пяти минут после последнего нажатия любой кнопки лицевой панели устройства.

2.3.3.5 «Неисправности»

Устройство переходит в этот раздел (только из «Дежурного режима») сразу же после выявления факта обнаружения внешней неисправности (см. таблицу 12). При каждом новом выявлении такой неисправности:

- на индикаторе появляется её наименование;
- во всех случаях, кроме «Нет батарейки», «Нет импульса синхр» и «Сбой памяти»:
  - срабатывает предупредительная сигнализация (см. п.1.2.16);
  - загорается светодиод «Внешняя неисправность».

Одновременно на индикаторе может отображаться не более трех неисправностей. Если одновременно возникает четыре или более неисправностей, справа от надписи появляются символы «▼» и «▲». В этом случае для просмотра остальных неисправностей можно воспользоваться кнопками «▼» и «▲».

Сообщения о неисправностях сохраняются на индикаторе до тех пор, пока не будет осуществлен сброс неисправностей. Такая реализация механизма уведомления о выявленных внешних неисправностях позволяет информировать оперативный персонал даже о тех неисправностях, которые в данный момент уже устранены.

Сброс неисправностей осуществляется аналогично сбросу предупредительной сигнализации устройства (см. п.1.2.16.4). Могут быть сброшены только те неисправности, причина появления которых устранена к данному моменту.

Таблица 12 – Список выявляемых неисправностей

| № | Наименование | Расшифровка | Описание, п.РЭ |
|---|---|---|---|
| 1 | Сбой питания | Оперативное питание пропадало | 1.4.1.10 |
| 2 | Неиспр.КВ/КО | Неисправность катушек включения/отключения выключателя | 1.2.9.15 |
| 3 | Автомат ШП | Отключен автомат шин питания выключателя | 1.2.9.23 |

| № | Наименование | Расшифровка | Описание, п.РЭ |
|---|---|---|---|
| 4 | Дуговая защита | Присутствует входной сигнал «Дуговая защита» | 1.2.13.3 |
| 5 | Перегрузка 3 | Сработала МТЗ-3, с действием на сигнал | 1.2.3.3.1 |
| 6 | Земля | Сработала защита от ОЗЗ | 1.2.4.4 |
| 7 | Обрыв | Сработала ЗОФ, с действием на сигнал | 1.2.5.3 |
| 8 | «Вход 1» * | Появился активный сигнал «Вход 1» | 1.2.17.8 |
| 9 | «Вход 2» * | Появился активный сигнал «Вход 2» | 1.2.17.8 |
| 10 | «Вход 3» * | Появился активный сигнал «Вход 3» | 1.2.17.8 |
| 11 | «Вход 4» * | Появился активный сигнал «Вход 4» | 1.2.17.8 |
| 12 | «Вход 5» * | Появился активный сигнал «Вход 5» | 1.2.17.8 |
| 13 | «Вход 6» * | Появился активный сигнал «Вход 6» | 1.2.17.8 |
| 14 | «Вход 7» * | Появился активный сигнал «Вход 7» | 1.2.17.8 |
| 15 | «Вход 8» * | Появился активный сигнал «Вход 8» | 1.2.17.8 |
| 16 | Задержка откл. | Задержка отключения выключателя | 1.2.9.13 |
| 17 | Задержка вкл. | Задержка включения выключателя | 1.2.9.12 |
| 18 | Вход УРОВ | Наличие входного сигнала «УРОВ» без пуска МТЗ или ЛЗШ | 1.2.10.3.2 |
| 19 | Блокировка ЛЗШ | Блокировка ЛЗШ | 1.2.11.3 |
| 20 | Неиспр.ТН ввода | Выявлен факт неисправности ТН ввода | 1.2.14.2 |
| 21 | Неиспр.ТН секции | Выявлен факт неисправности ТН секции | 1.2.14.1 |
| 22 | Нет батарейки | Не установлен или разряжен элемент питания | 2.2.2.6 |
| 23 | Нет импульса синхр | Более двух циклов синхроимпульс отсутствует | 1.2.22.7 |
| 24 | Сбой памяти | Данные потеряны | 2.2.2.6 |
| 25 | Неиспр.КВ/КО2 | Неисправность катушек включения/отключения выключателя | 1.2.9.16 |
| 26 | Привод не готов | Нет готовности привода | 1.2.9.23 |

* - имя входа задает пользователь (в таблице приведено значение «по умолчанию»)

2.3.3.6 «Срабатывания»

Раздел предназначен для просмотра информации о последних девяти срабатываниях в виде списка. Каждый элемент такого списка в заголовке отображает основную информацию (индекс срабатывания, его причину и метку времени) об аварии. В теле элемента списка имеется детальная (аналогичная разделу «Контроль» на момент срабатывания устройства) информация об аварии:

- причина отключения ввода, а также дата и время возникновения аварии. В случае отключения линии от МТЗ дополнительно отображается вид повреждения;
- максимальный фазный ток в момент аварии и длительность срабатывания защиты (от момента запуска до момента срабатывания контактов реле «Откл.»);
- общее время отключения выключателя (от момента запуска до момента прихода сигнала РПО);
- значения токов ввода;
- напряжения секции и ввода;
- значения симметричных составляющих;
- причина включения линии, предшествующая данному отключению, а также дата и время предвключения;
- состояние органов оперативного управления на момент отключения;
- состояние дискретных входов на момент срабатывания
- модули и фазовые углы векторов всех токов и напряжений относительно «Ua».

Переход в данный раздел происходит автоматически при срабатывании устройства с действием на отключение выключателя. Этому (самому новому) срабатыванию присваивается индекс «1». Индекс остальных имеющих срабатываний увеличивается на «1».

Если за все время работы устройства имелось менее 9 срабатываний, то в качестве причины, вызвавшей срабатывание, будет значиться слово «ПУСТО».

При выявлении факта срабатывания устройства, необходимо переписать в журнал всю информацию о данном срабатывании.

2.3.3.7 «Контроль»

Раздел предназначен для отображения в режиме реального времени следующей информации:

- подведенных аналоговых величин;
- расчетных аналоговых величин;
- состояния дискретных входов;
- ресурса выключателя;
- текущей метки времени терминала;
- объема свободной памяти осциллографа и количества записанных осциллограмм.

Все аналоговые величины отображаются во вторичных значениях. Это помогает обеспечить независимость устройства от коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов. При необходимости, можно узнать значения аналоговых величин в первичных значениях. Для этого необходимо перейти в подраздел «Первичные значения».

Аналоговые величины могут изменяться достаточно быстро. В некоторых случаях (например, при наладке устройства) бывает удобнее оперировать с величинами, зафиксированными в некоторый момент времени. Реализация такого механизма в устройстве может быть осуществлена путем перехода в подраздел «Векторная диаграмма». Момент перехода в подраздел является моментом фиксации значений этих величин.

Помимо обозначенного выше, этот раздел предоставляет следующие возможности:

- отображения причины последнего включения выключателя;
- сброса счетчиков ресурса выключателя;
- очистки памяти осциллографа (удаление записанных осциллограмм);
- запуска тестирования светодиодов лицевой панели устройства;
- просмотра информации (исполнение, заводской номер, дату последнего изменения уставок) о самом терминале.

Сброс счетчика ресурса выключателя осуществляется путем нажатия кнопки «Ввод» при положении курсора «>» на строке «Расх.ресурса выкл». Требуется ввод пароля.

Сброс счетчиков электроэнергии осуществляется в подразделе «Первичн.значения» путем установки курсора «>» на соответствующем счетчике и нажатии кнопки «Ввод». Каждый счетчик сбрасывается индивидуально. Требуется ввод пароля.

Очистка памяти осциллографа осуществляется путем нажатия кнопки «Ввод» при положении курсора «>» на строке «Записано» подраздела «Осциллограф». Требуется ввод пароля.

Тестирование светодиодов запускается путем нажатия кнопки «Ввод» на строке «Тест светодиодов». Во время тестирования устройство продолжает исполнять свои функции в полном объеме.

Информация из этого раздела может быть полезной при наладке устройства для проверки целостности входных цепей, правильности подведения сигналов и т.п.

2.3.3.8 «Настройки»

Раздел предназначен для управления сервисными функциями самого терминала:

- осциллографу;
- интерфейсам ЛС;
- синхронизации времени по входу «Синхро»;
- подсветки индикатора;
- часам.

Редактирование всех этих функций (за исключением часов) требует ввода пароля. Просмотр текущих значений не требует ввода пароля.

2.3.3.9 «Уставки»

Раздел предназначения для просмотра и редактирования уставок устройства. Возможность редактирования становится доступной пользователю только после ввода пароля. Просмотр значений уставок не требует ввода пароля.

Назначение уставок устройства можно узнать из таблицы Ж.1.

2.3.4 Пароль

2.3.4.1 Изменение всех уставок и настроек требует ввода пароля. В качестве пароля выступают последние четыре цифры заводского номера устройства. Этот номер указан на шильдике устройства. Аналогичная информация может быть получена в разделе «Контроль»–«Информация об устройстве»–«Заводской номер».

2.3.4.2 Запрос на ввод пароля появляется при попытке изменения уставки или настройки. После ввода пароля устройство переходит в режим редактирования уставок и настроек. Не требуется вводить пароль для редактирования каждой отдельной уставки или настройки, если их необходимо отредактировать сразу несколько.

2.3.4.3 Прекращение возможности редактирования уставок и настроек происходит путем перехода в разделы «Дежурный режим» или «Неисправности». Введенное ранее значение пароля при таком переходе будет сброшено. Обозначенный переход может быть выполнен как пользователем, так и самим устройством автоматически. Устройство сбрасывает пароль автоматически через 5 минут после последнего нажатия кнопок лицевой панели в режиме редактирования. Наличие такого механизма позволяет предотвратить несанкционированный доступ к изменению уставок в ситуации, когда оператор случайно оставил устройство на долгое время в режиме редактирования.

2.3.4.4 Не допускается одновременный ввод пароля локально (на терминале) и удаленно (через ЛС). Приоритет будет закреплен за тем, кто первый начал редактирование. Второй получить доступа к редактированию не сможет.

# 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

## 3.1 Общие указания

3.1.1 В процессе эксплуатации устройства в соответствии с требованиями РД 153-34.3.613-00 «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4–35 кВ» необходимо в установленные сроки и в полном объеме проводить:

- проверку (наладку) при новом подключении;
- профилактический контроль;
- профилактическое восстановление.

Установленная продолжительность цикла технического обслуживания может быть увеличена или сокращена в зависимости от конкретных условий эксплуатации, длительности эксплуатации с момента ввода в работу, фактического состояния каждого конкретного устройства, а также квалификации обслуживаемого персонала.

3.1.2 При техническом обслуживании устройств необходимо руководствоваться:

- эксплуатационной документацией на устройство;
- «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00;
- «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей».

3.1.3 Техническое обслуживание устройства должно проводиться квалифицированным инженерно-техническим персоналом эксплуатирующей организации, имеющим допуск не ниже третьей квалификационной группы по электробезопасности, подготовленным в объеме производства данных работ, изучившим эксплуатационную документацию на устройство и прошедшим инструктаж по технике безопасности.

3.1.4 Целесообразно проводить контроль технического состояния устройства одновременно с профилактикой (ремонтом) основного оборудования распределительных устройств, для чего допускается перенос запланированного вида технического обслуживания на срок до одного года.

## 3.2 Замена элемента питания

Устройство содержит энергонезависимую память, сохранение которой при отсутствии оперативного питания обеспечивается литиевым элементом питания CR2. Расчетный срок службы элемента питания *при отсутствии оперативного питания* составляет не менее 1 года.

Последовательность действий по замене элемента питания:

- снять с устройства оперативное питание (допускается проводить работу по замене элемента питания на работающем устройстве, но только в антистатическом браслете, соединенным с корпусом устройства);
- отвинтить фиксирующий винт на торце модуля питания с задней стороны устройства и повернуть крышку отсека батарейки;
- аккуратно вынуть старую батарейку;
- установить новую батарейку в «гнездо» в соответствии с указанной полярностью;
- закрыть крышку и завернуть фиксирующий винт;
- подать питание на устройство;
- убедиться в появлении пиктограммы заряженной батарейки (см. таблицу 11).

## 3.3 Проверка работоспособности изделия

3.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции между входными цепями тока, напряжения, оперативного питания, релейными управляющими контактами, дискретными сигналами, а также между указанными цепями и корпусом проводят мегаомметром на напряжение 1000 В. ЛС RS485 проверяется на напряжение 500 В.

Сопротивление изоляции измеряется между группами соединенных между собой выводов согласно Приложению Б, а также между этими группами и корпусом блока (клеммой заземления). Значение сопротивления изоляции должно быть не менее 100 МОм.

3.3.2 Проверка заряда батарейки

Заряд батарейки проверяется путем визуального контроля символа в статусной строке, отображаемой на индикаторе устройства (см. таблицу 11). Если батарейка разряжена, то её необходимо заменить по методике, описанной в п.3.2.

3.3.3 Проверка уставок (настроек) выполняется при подключенном питании независимо от подключения остальных цепей. Для редактирования уставок (настроек) требуется ввод пароля.

3.3.4 Проверка функционирования устройства

3.3.4.1 Проверка функционирования МТЗ

Все три ступени МТЗ проверяются аналогично, за исключением значений уставок тока и времени срабатывания. Проверяемую ступень защиты следует включить уставкой конфигурации, а остальные ступени – либо отключить, либо вывести из зоны проверки заданием заведомо более грубых значений уставок. Проверку удобно вести, используя логический имитатор совместно с установкой для проверки релейной защиты типа «Уран», «Нептун-2» , «Нептун-3», «Ретом».

Подключить логический имитатор к устройству защиты, подключить токовый выход установки к клеммам тока одной из фаз, подать оперативное питание на устройство. Ввести уставки значений и конфигурации, соответствующие требуемой проверке.

Подключить выходные контакты реле «Откл.» к входу миллисекундомера («Контакт») установки.

Отключить выключатель линии кнопкой «Откл» на передней панели устройства. Подавая ток от установки, убедиться в срабатывании реле и светодиода на панели устройства «Пуск МТЗ» при заданном уставкой значении тока от установки. Проверить наличие небольшого гистерезиса запуска защиты (коэффициента возврата) при снижении значения тока (по выключению соответствующей сигнализации).

Включить выключатель линии. Сбросить индикацию кнопкой «Сброс». Скачком подав ток, превышающий уставку МТЗ, контролировать отключение выключателя, а также индикацию причины аварии на индикаторе и светодиодах. Измерить по миллисекундомеру время от момента подачи тока до замыкания контактов реле «Откл.». Сравнить его с уставкой проверяемой ступени МТЗ. Кнопкой « ▸ » на панели устройства вызвать на индикатор значение времени срабатывания защиты Тзащиты. Допустимая погрешность срабатывания приведена в таблице 5.

Изменить значения уставок по току и времени и провести аналогичную проверку с другими уставками. Для проверки зависимых характеристик следует пользоваться графиками из *Приложения Е*.

Аналогично произвести проверку остальных ступеней МТЗ.

3.3.4.2 Ускорение при включении проверяется следующим образом: для первой и второй ступеней МТЗ задаются временные уставки порядка 5–10 с. Уставка «МТЗ общие»–«$T_{УСКОРОРЕНИЯ}$» задается заведомо меньшей, например, 0,2–0,5 с. Уставки конфигурации задаются такими, чтобы были разрешены МТЗ-1, МТЗ-2, ускорение первой ступени и ускорение второй ступени. Подавая скачком проверочный ток, превышающий порог срабатывания МТЗ-2, одновременно с включением линии (разбаланс времен не должен превышать 1 с), убедиться в срабатывании МТЗ-2 с временем ускорения $T_{УСКОР}$. Увеличив ток выше порога МТЗ-1 повторить скачок тока и проверить работу ускорения для МТЗ-1. Убедиться в индикации причины отключения именно от ускоренной МТЗ – надпись на индикаторе «Ускорение МТЗ». Отключив уставками ускорение обеих ступеней, убедиться в отсутствии ускорения в этом случае.

3.3.4.3 Для проверки функции ЗОФ необходимо подать несимметричную систему токов на устройство. На основе поданных значений определить расчетное значение тока $I_2/I_1 = I_{ФАЗ}$ и проверить соответствие уровня срабатывания ЗОФ ($I_{ОБРЫВА}$ = $I_2/I_1$). Остальные токовые ступени МТЗ должны быть «загрублены» или отключены с помощью уставок.

3.3.4.4 Проверка правильности чередования фаз и расчета тока $I_2$. Подавая нормальную (АВС) трехфазную систему токов (фазы токов сдвинуты на 120° относительно соседних фаз) на устройство при заданной уставке «Общие»–«Черед.фаз»=«Прямое», убедиться в близком к нулю значении тока $I_2$. При уставке «Общие»–«Черед.фаз»=«Обратное» $I_2$ должен быть примерно равен фазным.

3.3.4.5 Проверка функционирования ЛЗШ

По своей сути ЛЗШ представляет собой еще одна ступень ЛЗШ. Она имеет вход блокировки ее работы. Причем блокировка может работать по любому состоянию сигнала на входе, в зависимости от уставки. При «параллельной» схеме – активный сигнал блокировки – наличие сигнала, при «последовательной» – его отсутствие. При удерживании блокировочного сигнала в течение времени свыше «ЛЗШ»–«Т» на индикаторе отображается неисправность надпись «Блокировка ЛЗШ» (см. п.2.3.3.5).

3.3.4.6 Проверка ЗМН

Подать на устройство звезду напряжений на клеммы напряжения от ТН секции от проверочного устройства. Выставить уставки «ЗМН»-«Функция»=«ВКЛ», «ЗМН»–«U»=«50.0», ввести оперативное управление «ЗМН» в положение «Работа». Плавно уменьшая все междуфазные напряжения, добиться включения светодиода «Пуск защиты» на передней панели устройства, а также через заданную выдержку времени – срабатывания выходного реле «Откл.». Возможно также просто скачком снять все входные фазные напряжения при невозможности плавной их регулировки.

3.3.4.7 Проверка выдачи сигнала УРОВ

Проверку выполняют аналогично проверке МТЗ. Установить нулевое время срабатывания МТЗ-1. Тогда измеренное миллисекундомером время должно примерно соответствовать уставке «УРОВ»–«Т».

Выходные контакты реле «УРОВ» устройства подключают к миллисекундомеру испытательной установки. Толчком подают ток, превышающий уставку ступени МТЗ с нулевой выдержкой времени, и

измеряют время до замыкания контактов реле «УРОВ». Оно должно быть на 30–40 мс больше уставки «УРОВ»–«Т».

Контроль за срабатыванием собственного выключателя для функции УРОВ выполнен не по сигналу РПО ввиду его недостаточной надежности, а по прекращению тока ввода, то есть по снижению максимального из фазных токов ниже значения уставки «УРОВ»–«I».

3.3.4.8 Проверка работоспособности входных цепей устройства. С помощью логического имитатора или источника напряжения поочередно подавать сигналы на входные цепи устройства, проверить прохождение сигналов либо в разделе «Контроль» (рисунок В.1), либо по реакции на них устройства.

3.3.4.9 Проверка работоспособности выходных реле. Подавая различные воздействия на устройство, необходимо добиться срабатывания всех реле и убедиться в работоспособности всех контактных групп.

## 4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1 Устройство представляет собой достаточно сложное изделие и ремонт его должен осуществляться квалифицированными специалистами с помощью специальной отладочной аппаратуры.

4.2 Ремонт устройств в послегарантийный период целесообразно организовать централизованно, например, в базовой лаборатории энергосистемы или по договору с изготовителем.

## 5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

5.1 Условия транспортирования и хранения и срок сохраняемости в упаковке и (или) консервации изготовителя должны соответствовать указанным в таблице 13.

5.2 Если требуемые условия транспортирования и (или) хранения отличаются от приведенных в таблице 13, то устройство поставляют для условий и сроков, устанавливаемых по ГОСТ 23216 и указываемых в договоре на поставку или заказе-наряде.

Таблица 13 – Условия транспортирования и хранения

| Вид поставок | Обозначение условий транспортирования в части воздействия: | | Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150 | Срок сохраняемости в упаковке изготовителя, годы |
|---|---|---|---|---|
| | Механических факторов по ГОСТ 23216 | Климатических факторов, таких как условия хранения по ГОСТ 15150 | | |
| Внутри страны (кроме районов Крайнего Севера и труднодоступных районов по ГОСТ 15846) | С | 5 (навесы в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом) | 1 (отапливаемое хранилище) | 3 |
| | | | 2 (неотапливаемое хранилище) | 1 |
| Внутри страны в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846 | С | 5 | 1 | 3 |

*Примечание: Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании и хранении – минус 40°С*

5.3 Допускается транспортирование любым (кроме морского) видом закрытого транспорта в сочетании их между собой, отнесенным к условиям транспортирования «С» с общим числом перегрузок не более четырех, или автомобильным транспортом:

- по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием (дороги 1-й категории) на расстояние до 1000 км;
- по булыжным (дороги 2-й и 3-й категории) и грунтовым дорогам на расстояние до 250 км со скоростью до 40км/ч.

5.4 Транспортировка должна производиться только в закрытом транспорте (железнодорожных вагонах, контейнерах, закрытых автомашинах, трюмах и т.д.).

5.5 Погрузка и транспортировка должны осуществляться с учетом манипуляционных знаков, нанесенных на тару, и в соответствии с действующими правилами перевозок грузов.

## 6 УТИЛИЗАЦИЯ

6.1 После окончания срока службы устройство подлежит демонтажу и утилизации.

6.2 В состав устройства не входят драгоценные металлы, а также ядовитые, радиоактивные и взрывоопасные вещества.

6.3 Демонтаж и утилизация устройства не требуют применения специальных мер безопасности и выполняются без применения специальных приспособлений и инструментов.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Коды ошибок при самотестировании устройства

При включении питания устройства все светодиоды загораются. При начальном тестировании устройства проверяется работоспособность составных частей устройства, при этом на индикатор выводится надпись с названием теста и поочередно гасятся светодиоды: сначала левый столбец, затем «ОТКЛ» и «ВКЛ», затем правый столбец.

При возникновении ошибки необходимо записать сообщение, отображенное на индикаторе. Если индикатор не показывает информацию, необходимо записать последний погашенный светодиод. Сообщения об ошибках при начальном тестировании приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Сообщения об ошибках при начальном тестировании

| **Светодиод** | **Сообщение об ошибке** | **Описание неисправности** |
|---|---|---|
| горят все светодиоды | | Неисправность микропроцессора |
| «Пуск защиты» | Тест питания<br>Недостаточное напряжение питания | Напряжение питания ниже нормы |
| «УРОВ: вывод» | Неисправность шины адреса/данных SDRAM<br>код: XX | Неисправность шины адреса или шины данных динамического ОЗУ |
| «АПВ: вывод» | Тест индикатора | Неисправность индикатора |
| «ЗМН: вывод» | Залипание кнопки:<br>XXXXX | Одна или несколько кнопок находятся в нажатом состоянии |
| «АВР: вывод» | Ошибка мод. РЕЛЕ | Обрыв обмотки реле на релейном модуле |

Во время работы прибора в фоновом режиме производится тестирование обмоток выходных реле и углубленное тестирование оперативной памяти. Сообщения об ошибках приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 – Сообщения об ошибках

| **Сообщение об ошибке** | **Описание неисправности** |
|---|---|
| Ошибка мод. РЕЛЕ | Обрыв обмотки реле на релейном или на комбинированном модуле |
| Неисправность SRAM<br>Адрес = XXXXXXXX | Неисправность статического ОЗУ |
| Неисправность SDRAM<br>Адрес = XXXXXXXX | Неисправность динамического ОЗУ |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Проверка электрического сопротивления изоляции

Таблица Б.1 – Проверка электрического сопротивления изоляции устройства

| **Разъем** | **Номера контактов** | **Наименование** | **Испытательное напряжение** |
|---|---|---|---|
| X1 | с 1 по 4 | Токовые цепи | 1000 В |
| | с 6 по 8 | Цепи напряжения | |
| X2 | с 1 по 2 | Токовые цепи | |
| | с 5 по 8 | Цепи напряжения | |
| X3.1 | с 1 по 2 | Цепи синхронизации | 500 В |
| X3.2 | с 1 по 4 | Линия связи 1 | |
| X3.3 | с 1 по 4 (для исп. И1) | Линия связи 2 | |
| X4 | с 1 по 24 | Выходные реле 1 | 1000 В |
| X5 | с 1 по 24 | Выходные реле 2 | |
| X6 | с 1 по 24 | Дискретные входы 1 | |
| X7 | с 1 по 4 | Дискретные входы 2 | |
| X8 | с 2 по 3 | Оперативное питание | |
| X9 | с 1 по 2 (для исп. Р0) | Токовая подпитка 1 | |
| | с 1 по 5 (для исп. Р2) | Токовая подпитка и реле дешунтирования 1 | |
| | с 6 по 7 (для исп. Р0) | Токовая подпитка 2 | |
| | с 6 по 10 (для исп. Р2) | Токовая подпитка и реле дешунтирования 2 | |

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)
Расписание входных дискретных сигналов устройства в разделе «Контроль»

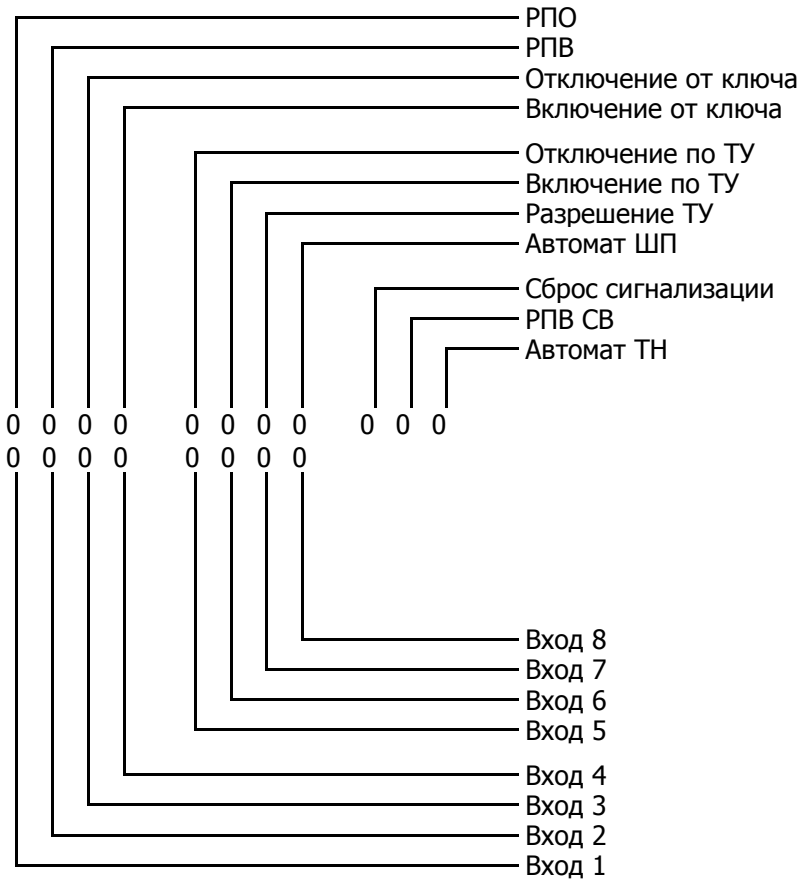


Рисунок В.1 – Соответствие входных дискретных сигналов в разделе «Контроль».
Наличию сигнала на входе соответствует «1», отсутствию – «0».

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
Внешний вид и установочные размеры

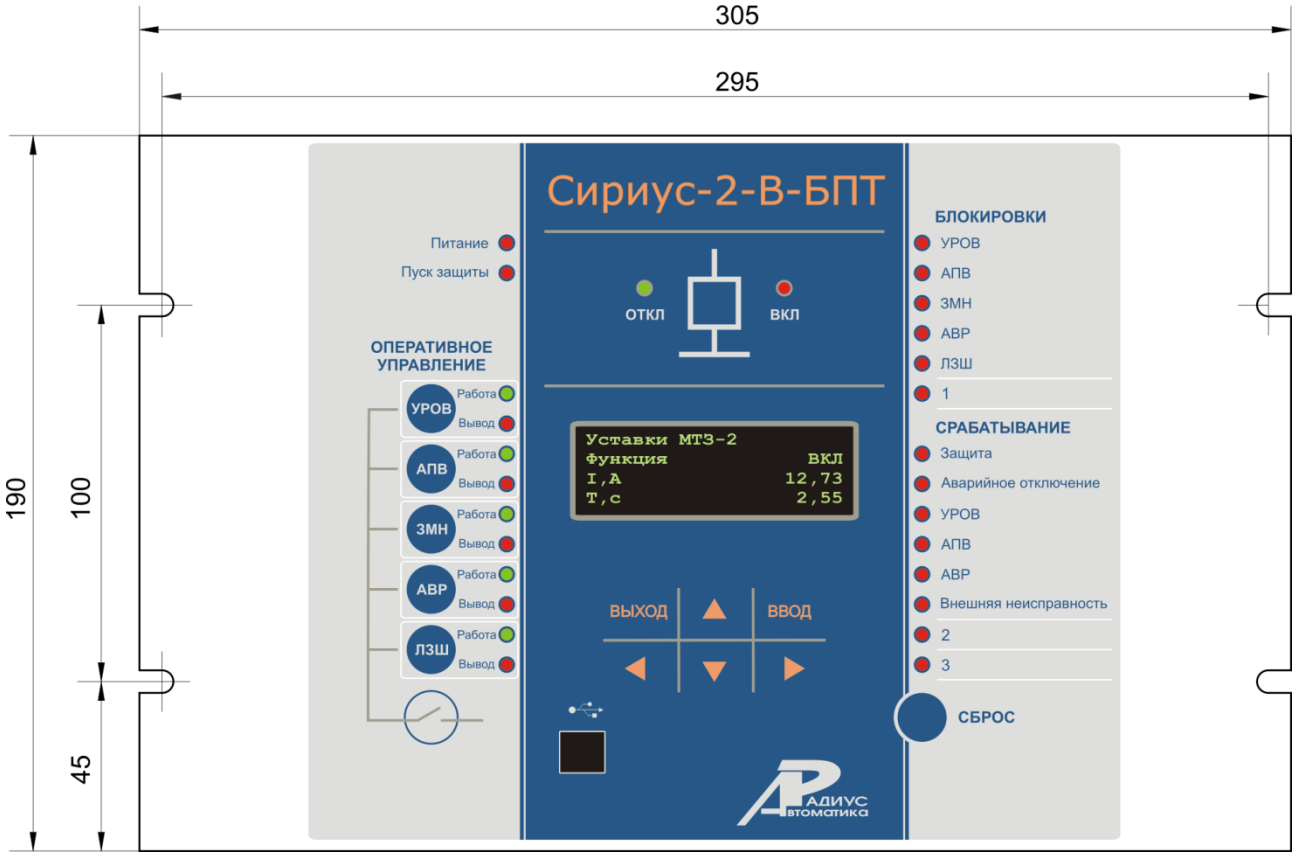


Рисунок Г.1 – Вид спереди

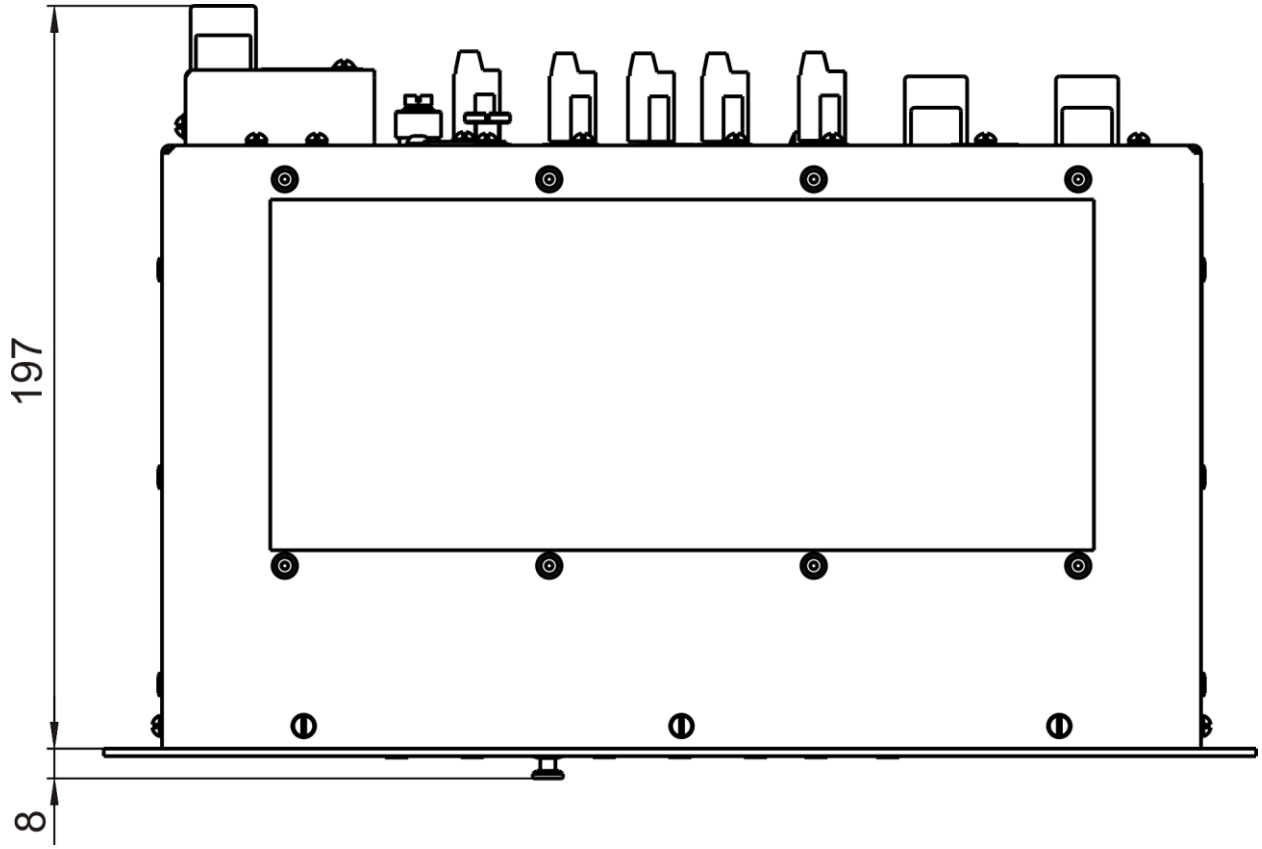


Рисунок Г.2 – Вид сверху

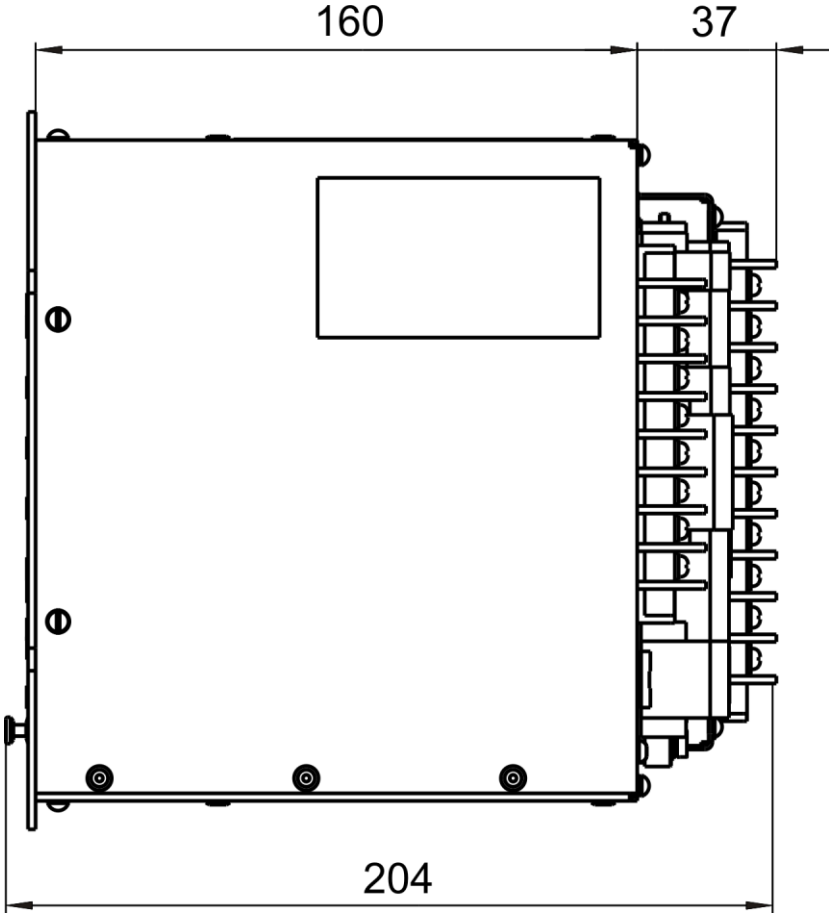


Рисунок Г.3 – Вид сбоку

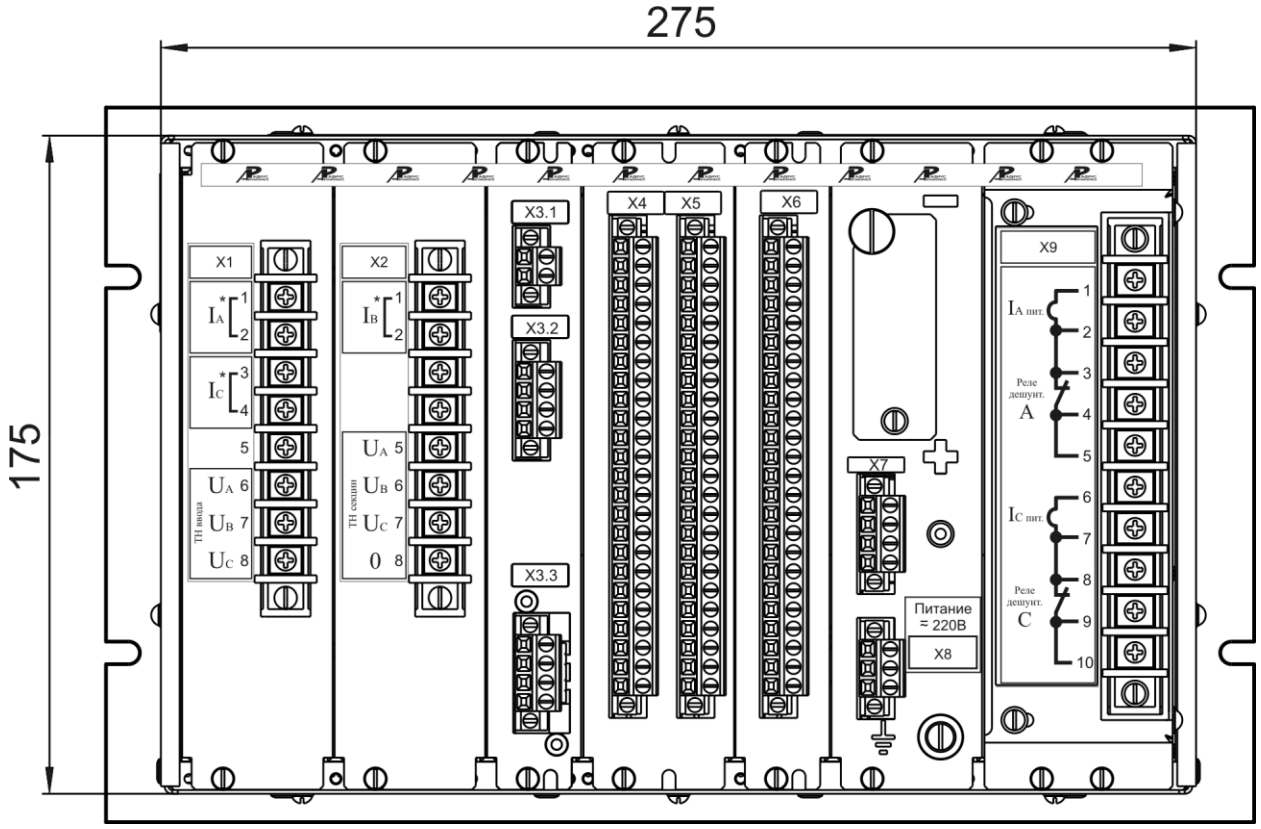


Рисунок Г.4 – Расположение элементов на задней панели устройства (исполнение И1)

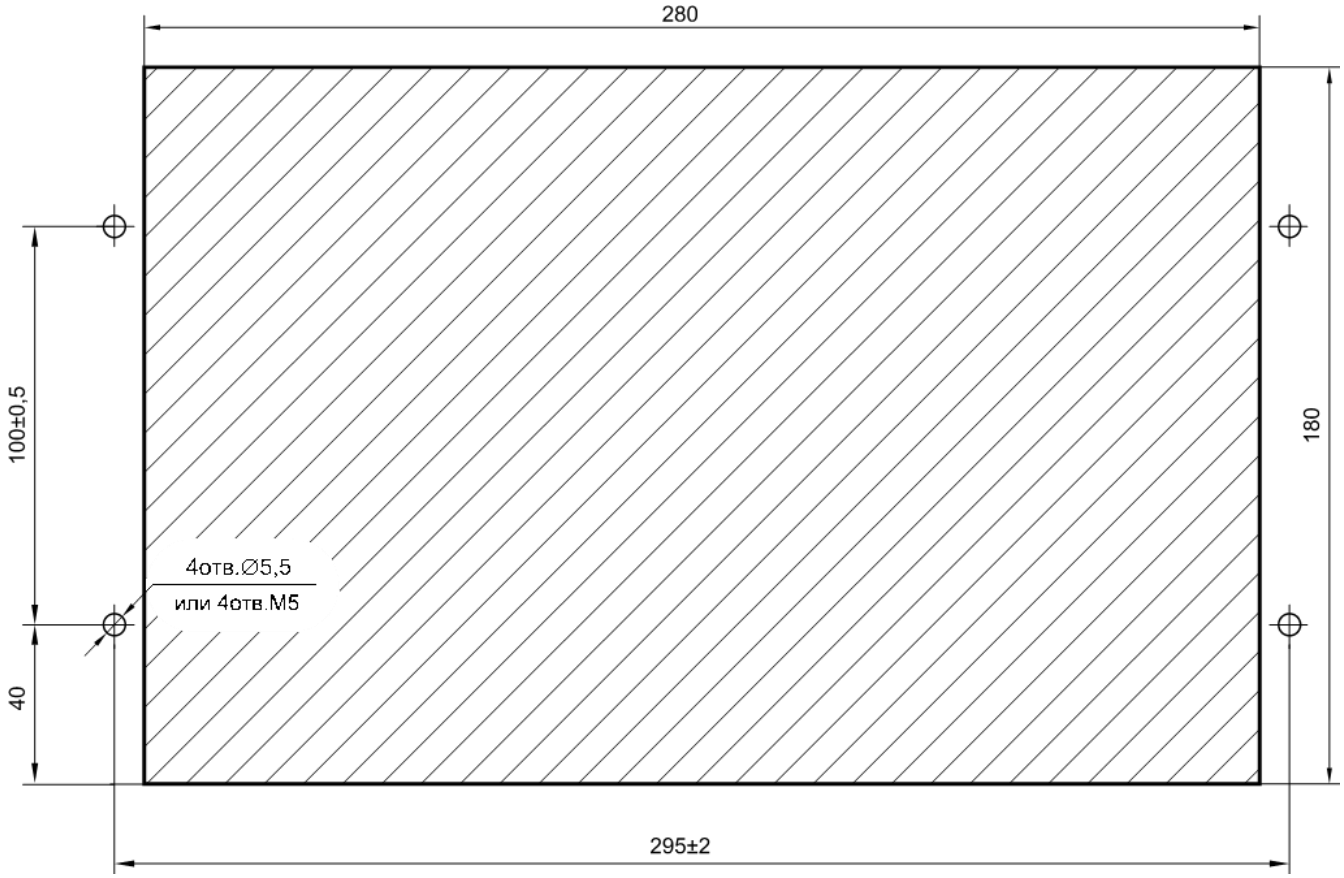


Рисунок Г.5 – Разметка панели под установку устройства

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)
Схемы подключения внешних цепей

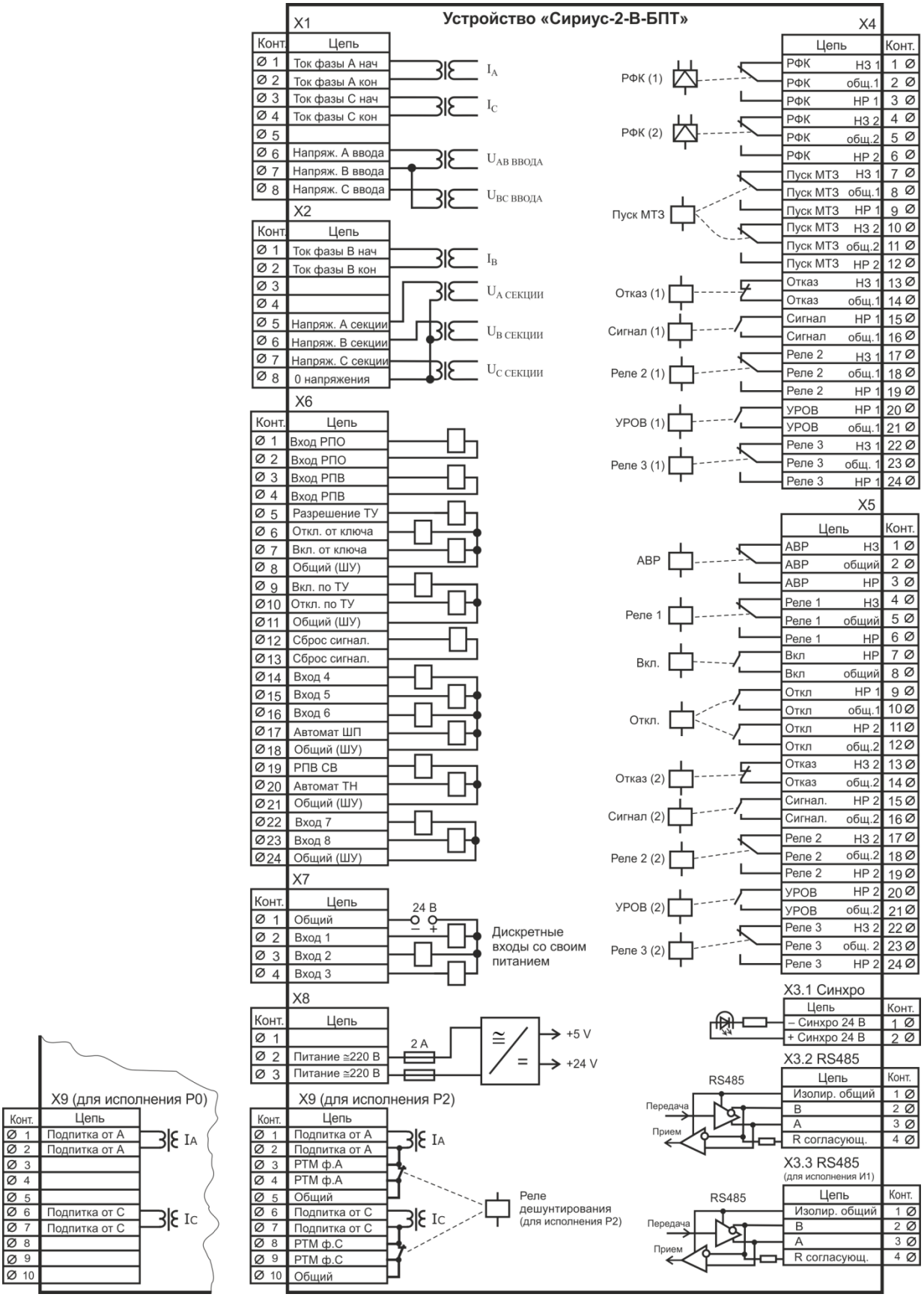


Рисунок Д.1 – Схема подключения внешних цепей к устройству

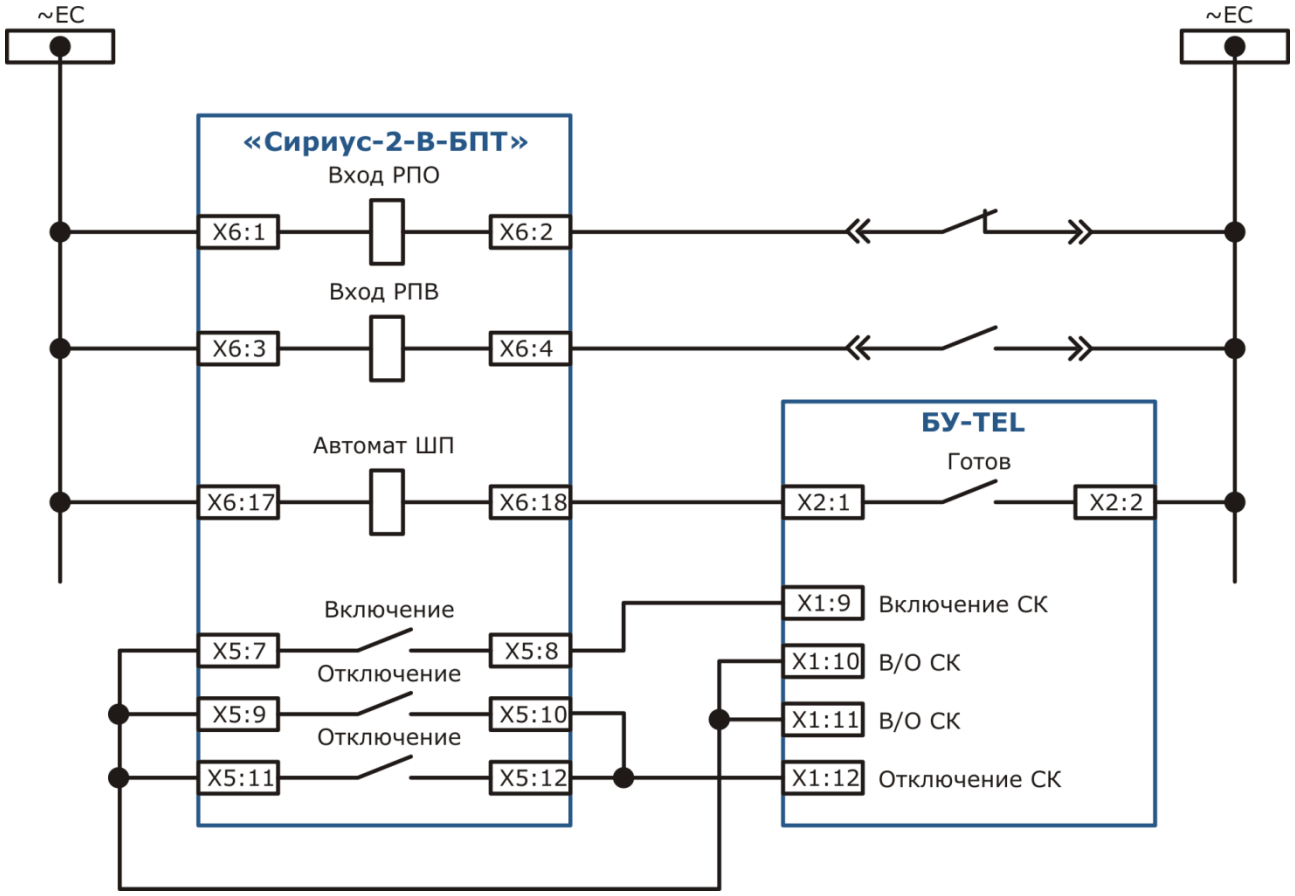


Рисунок Д.2 – Схема подключения устройства
к выключателю ВВ/TEL с блоком управления БУ/TEL-12
(для работы схемы уставка «Вход АвШП» должна быть переведена в положение «Готов»)

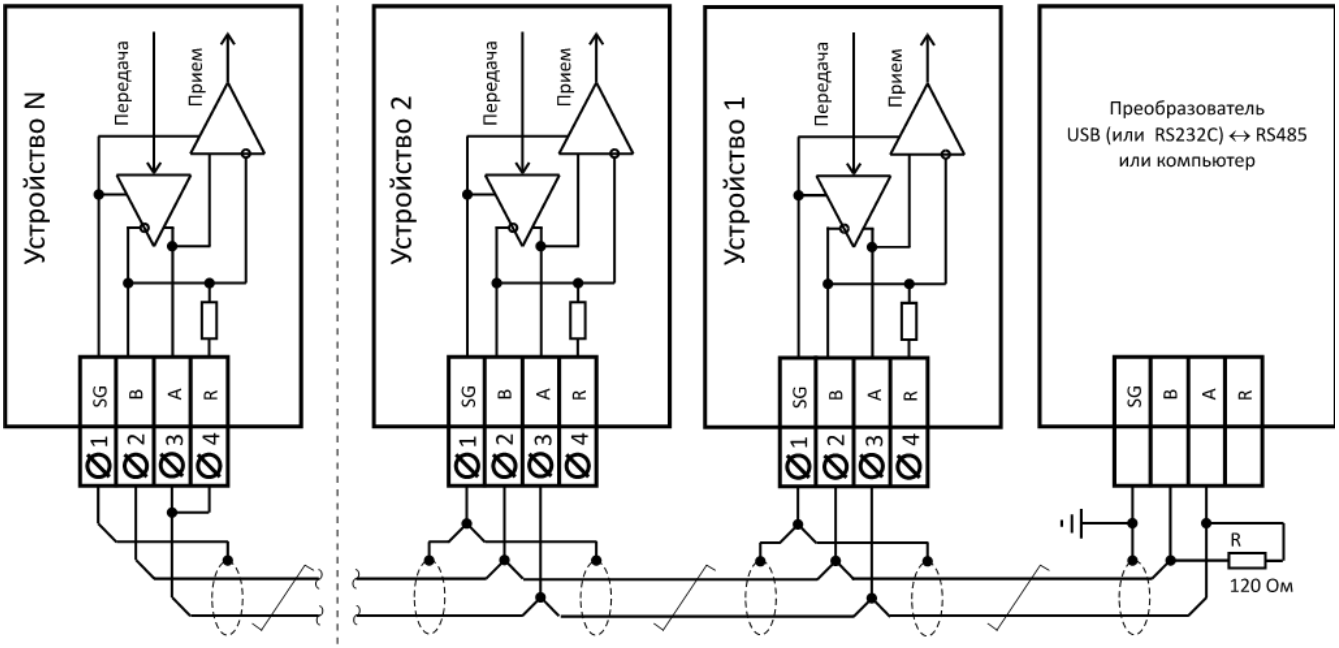


Рисунок Д.3 – Схема подключения устройств с интерфейсом RS485 в локальную сеть.
Внешний резистор R устанавливается при отсутствии встроенного резистора

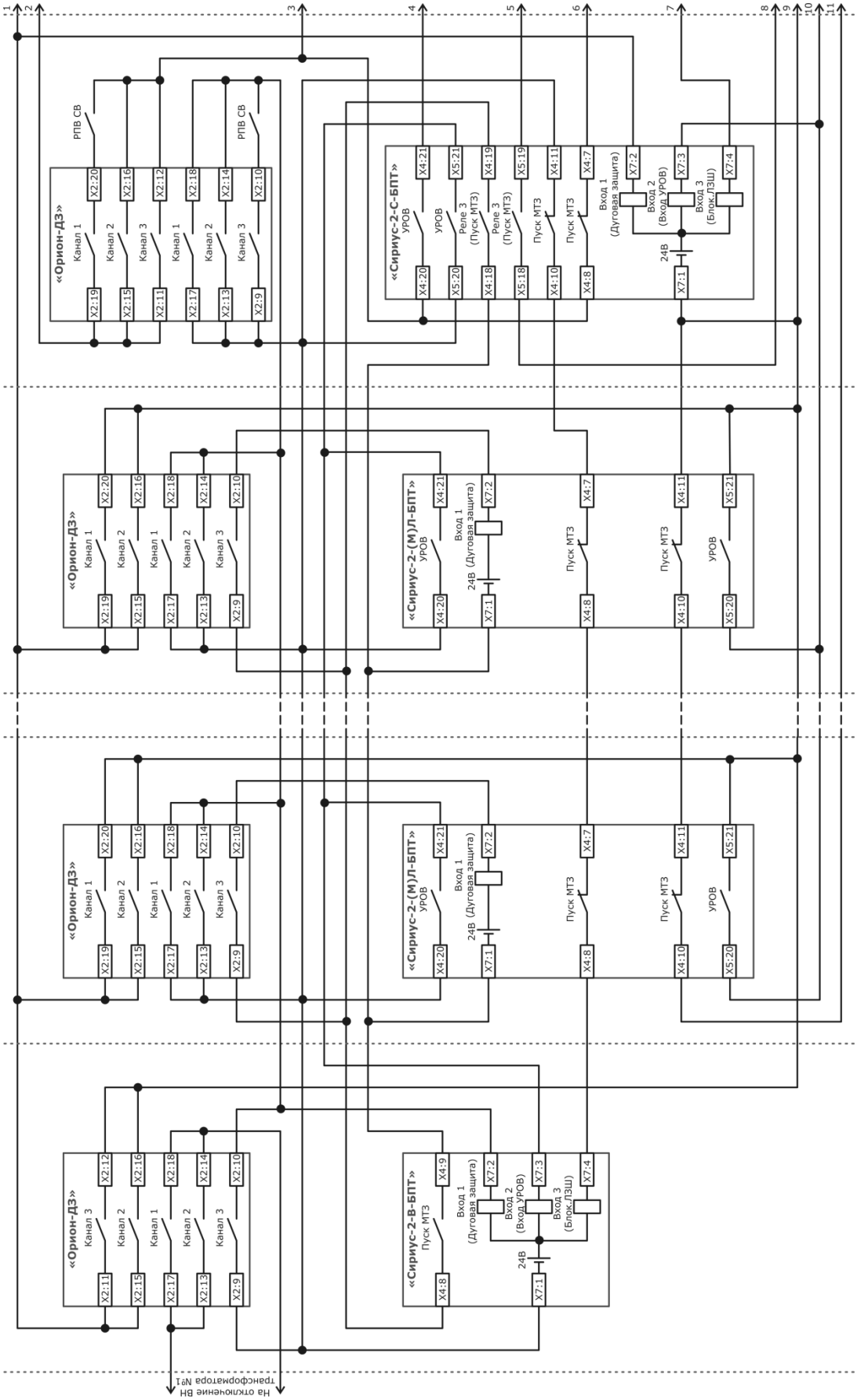


Рисунок Д.4 – Схема организации цепей УРОВ, ЛЗШ (последовательная схема) и дуговой защиты первой секции

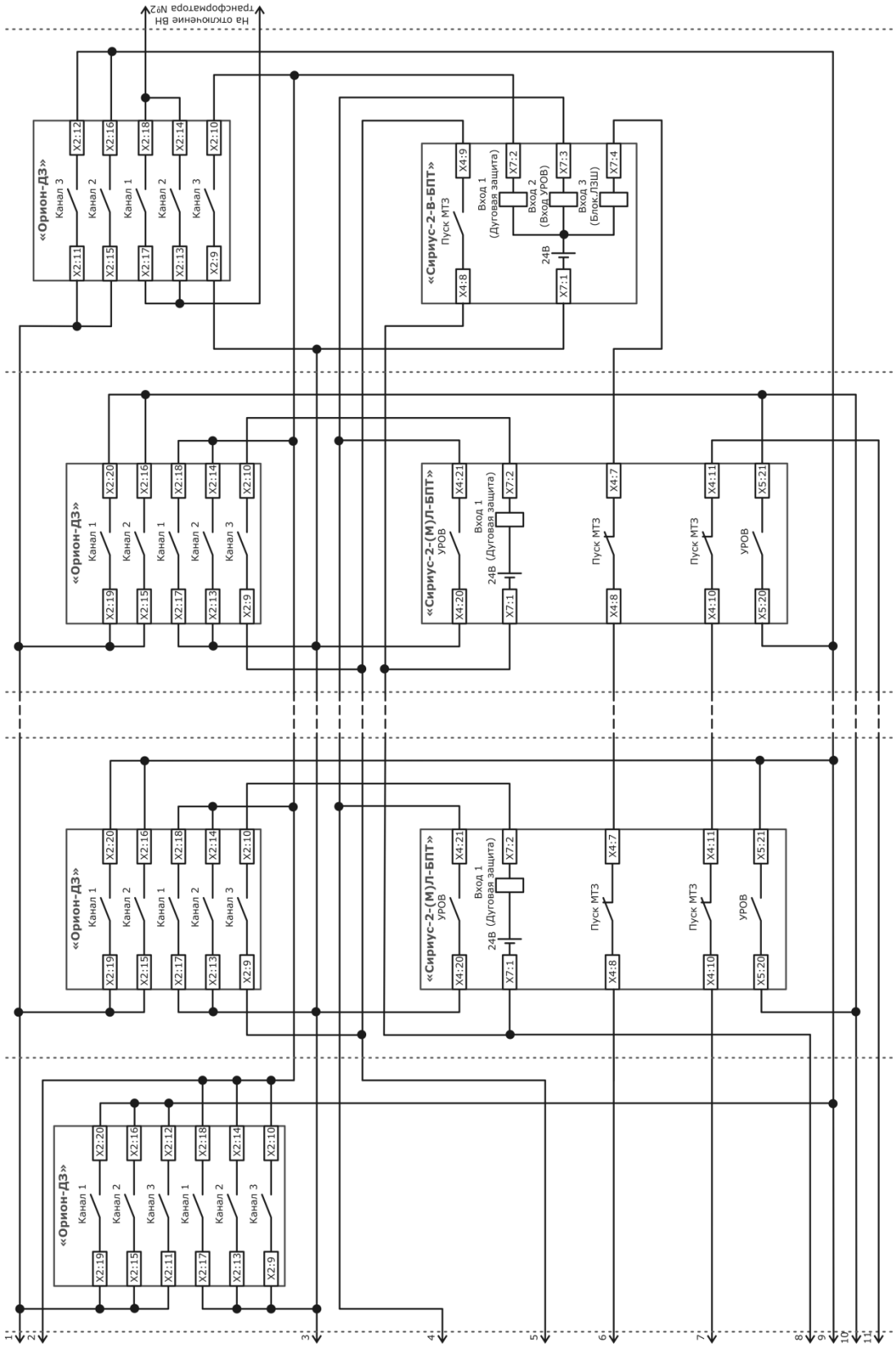


Рисунок Д.5 – Схема организации цепей УРОВ, ЛЗШ (последовательная схема) и дуговой защиты второй секции

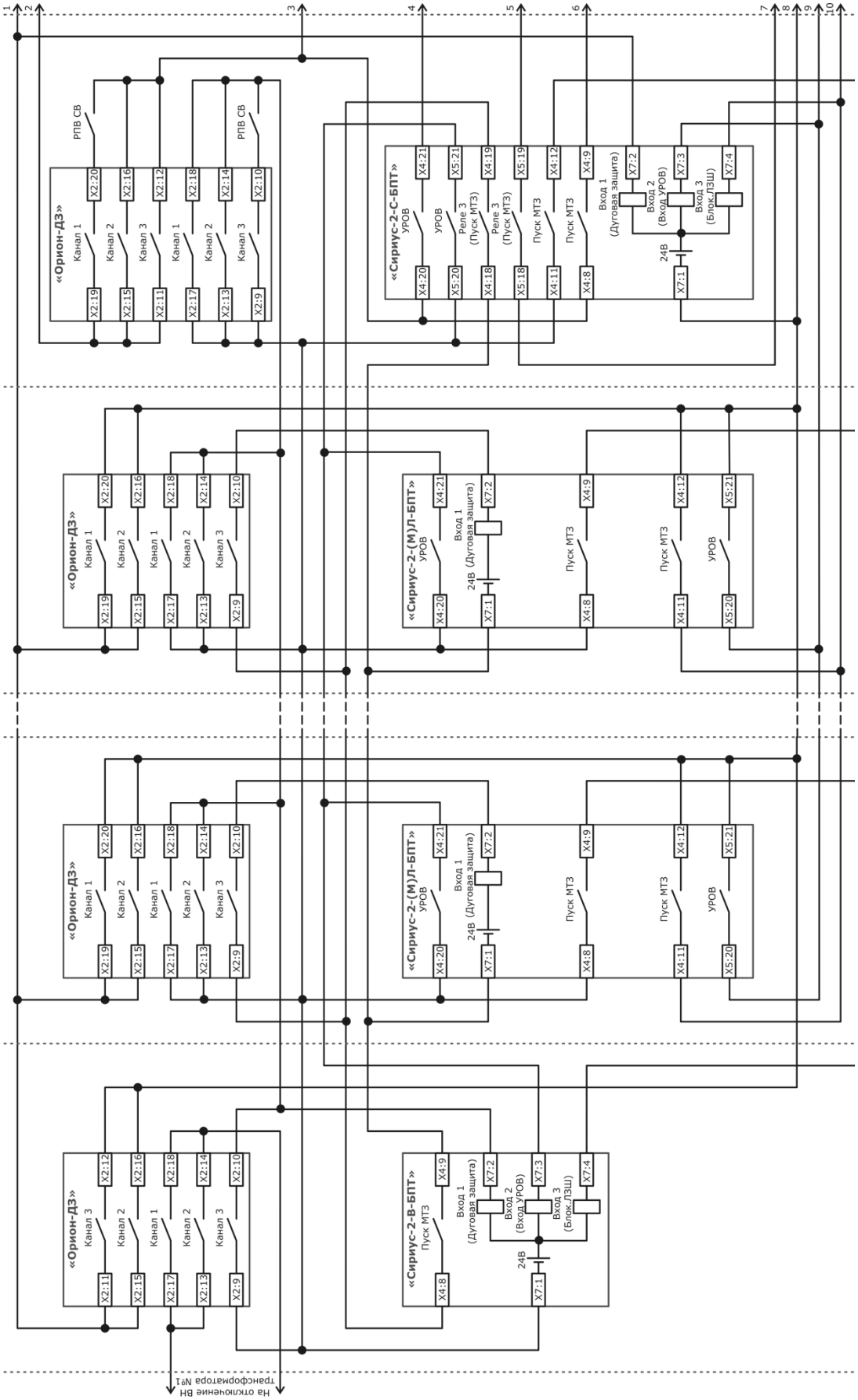


Рисунок Д.6 – Схема организации цепей УРОВ, ЛЗШ (параллельная схема) и дуговой защиты первой секции

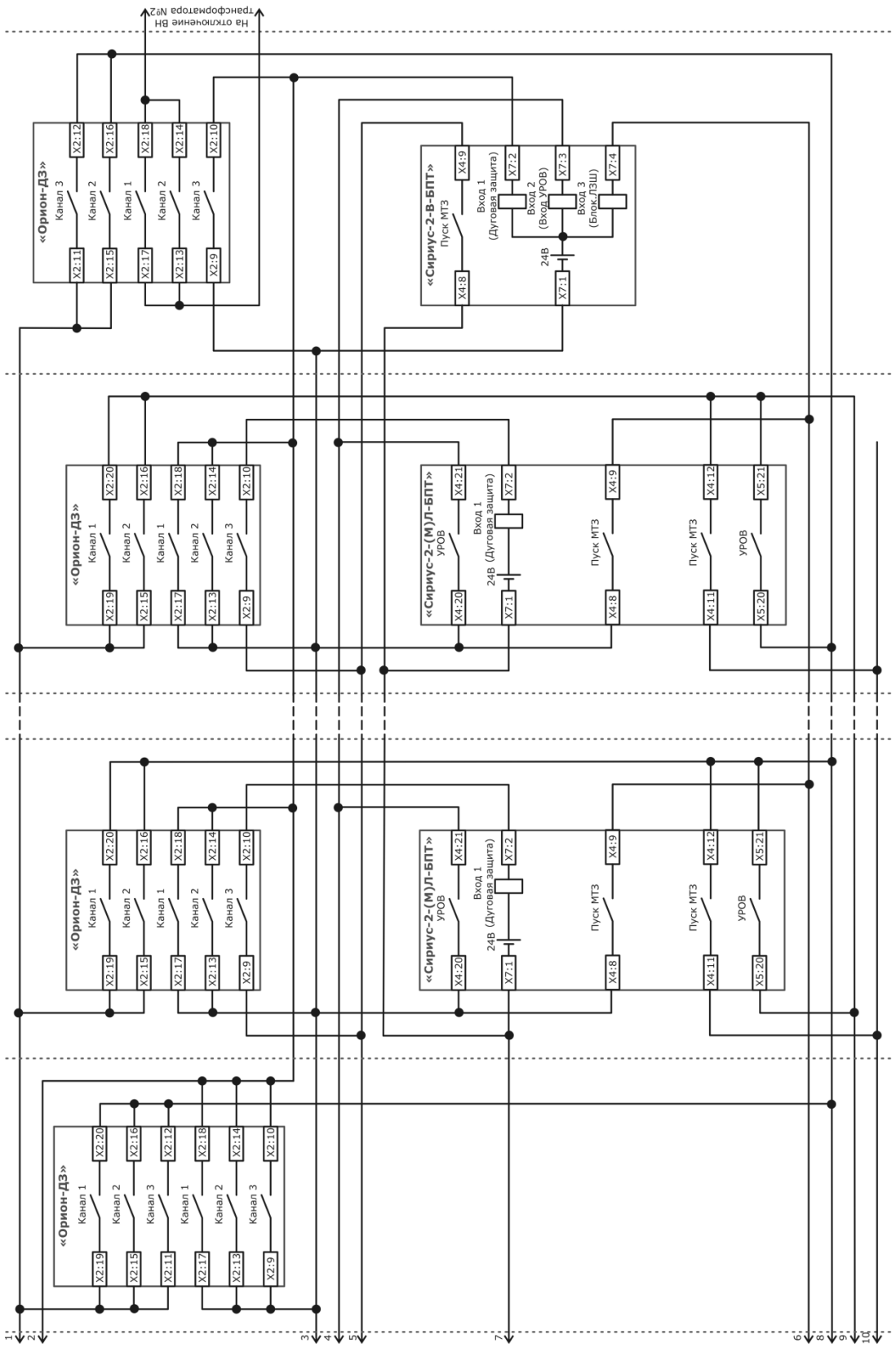


Рисунок Д.7 – Схема организации цепей УРОВ, ЛЗШ (параллельная схема) и дуговой защиты второй секции

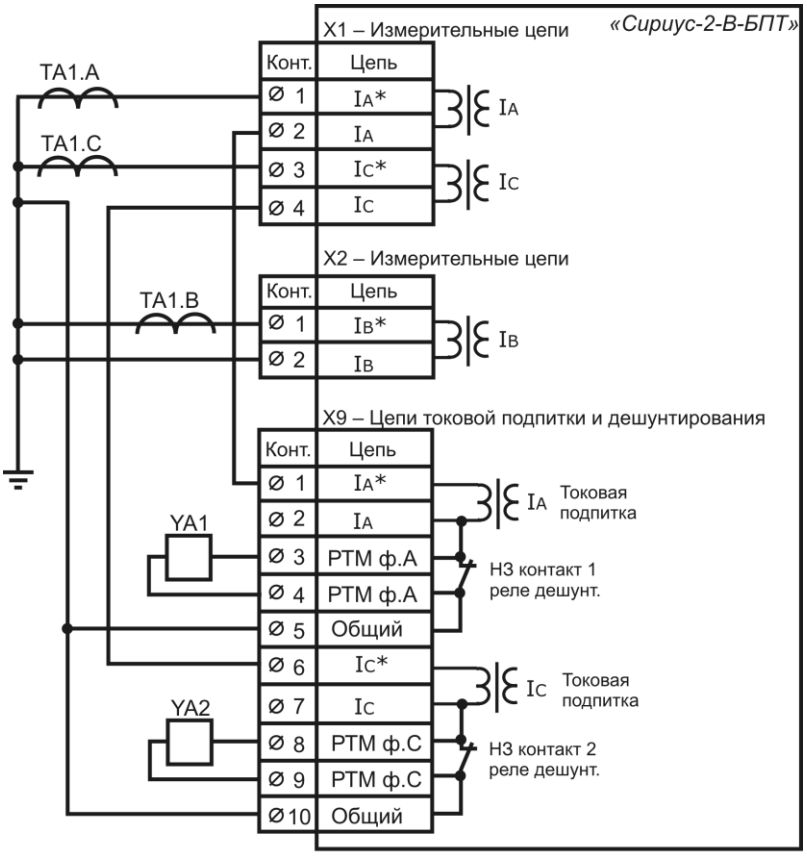


Рисунок Д.8 – Схема подключения цепей тока при использовании одной обмотки ТТ

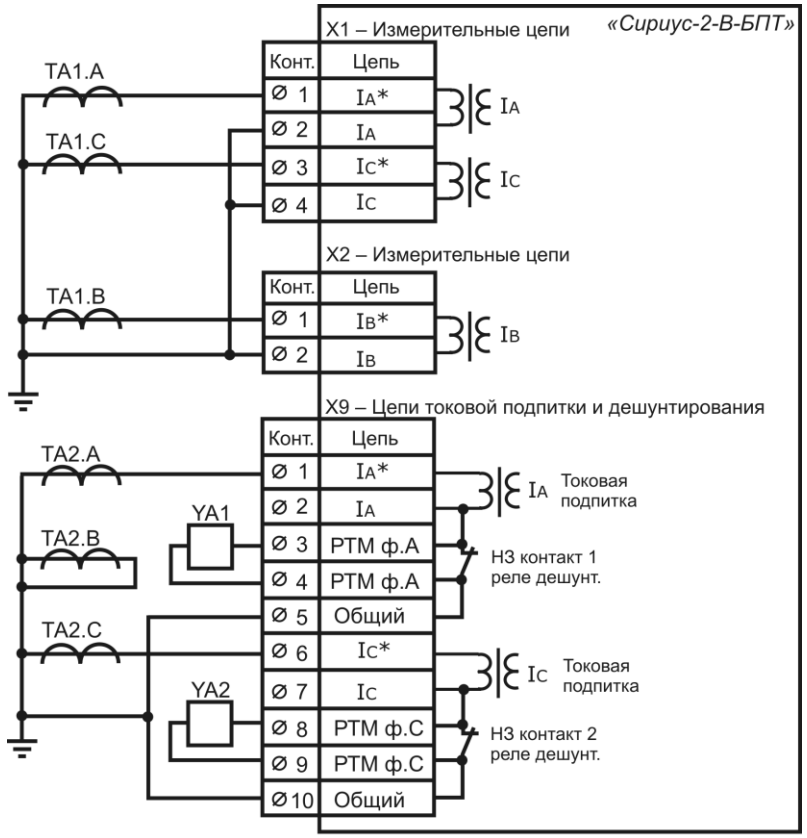


Рисунок Д.9 – Схема подключения цепей тока при использовании двух обмоток ТТ (или двух ТТ)

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(справочное)
Графики зависимых характеристик ток-время ступеней МТЗ

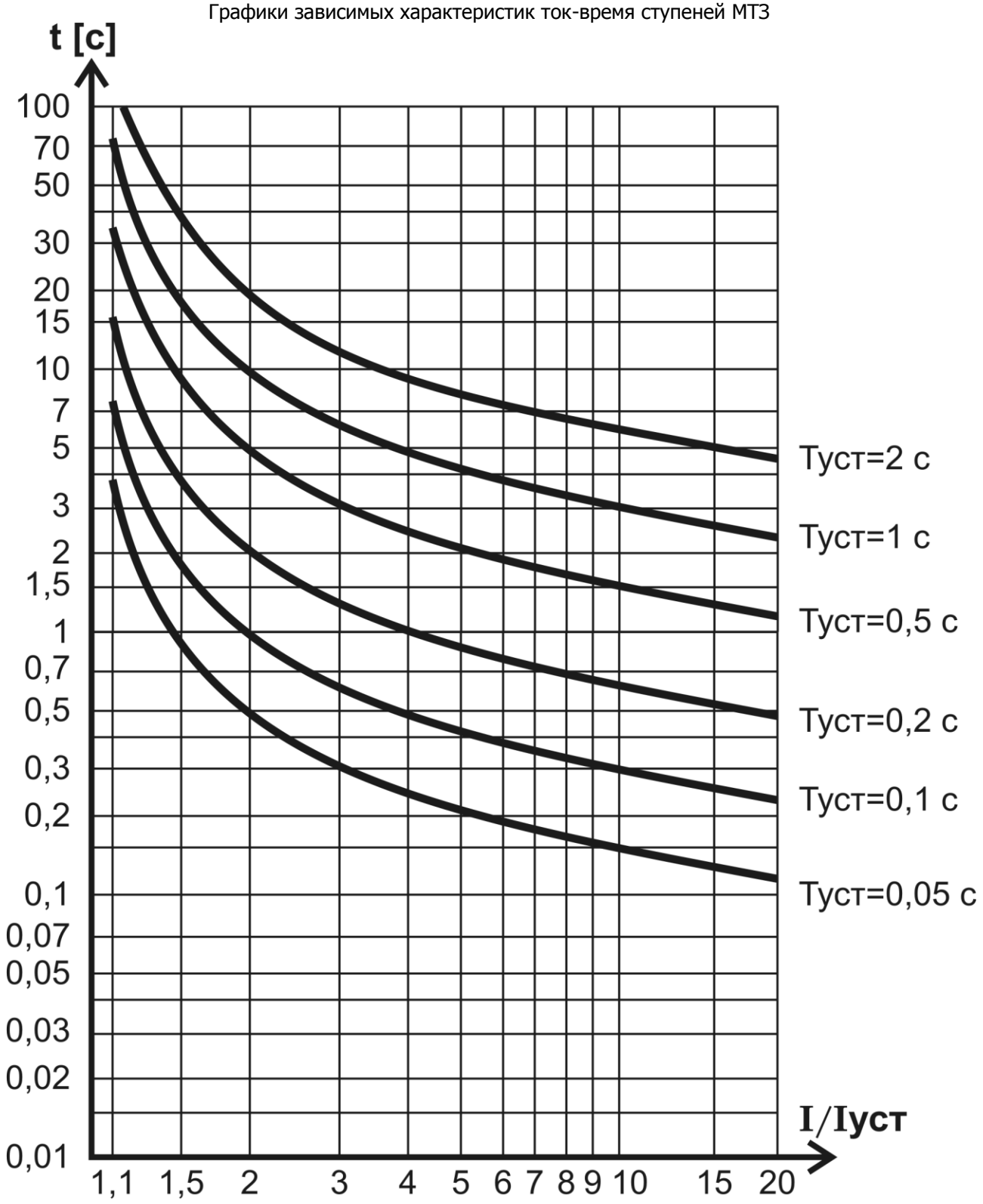


Рисунок Е.1 – Нормально инверсная характеристика по МЭК 255-4

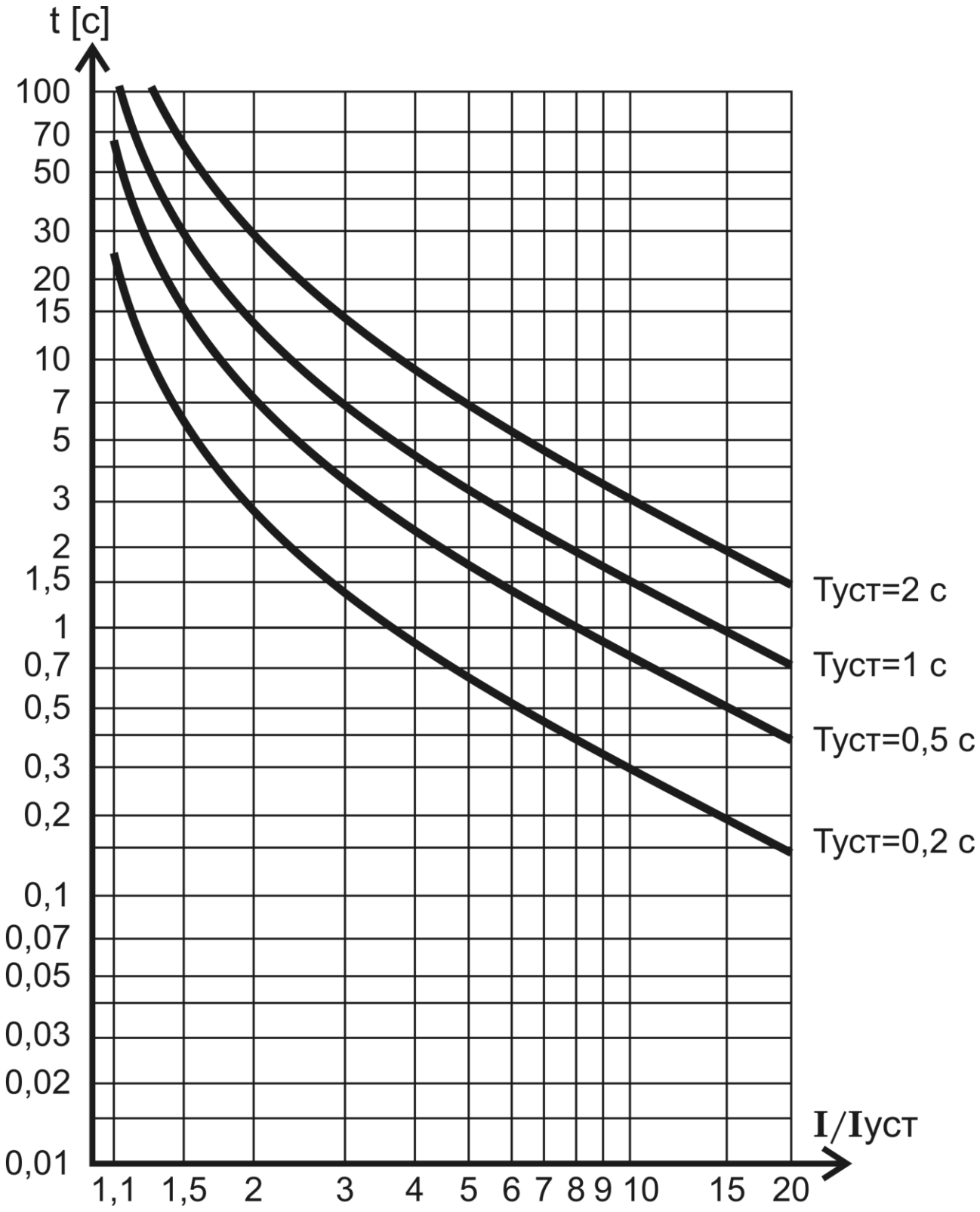


Рисунок Е.2 – Сильно инверсная характеристика по МЭК 255-4

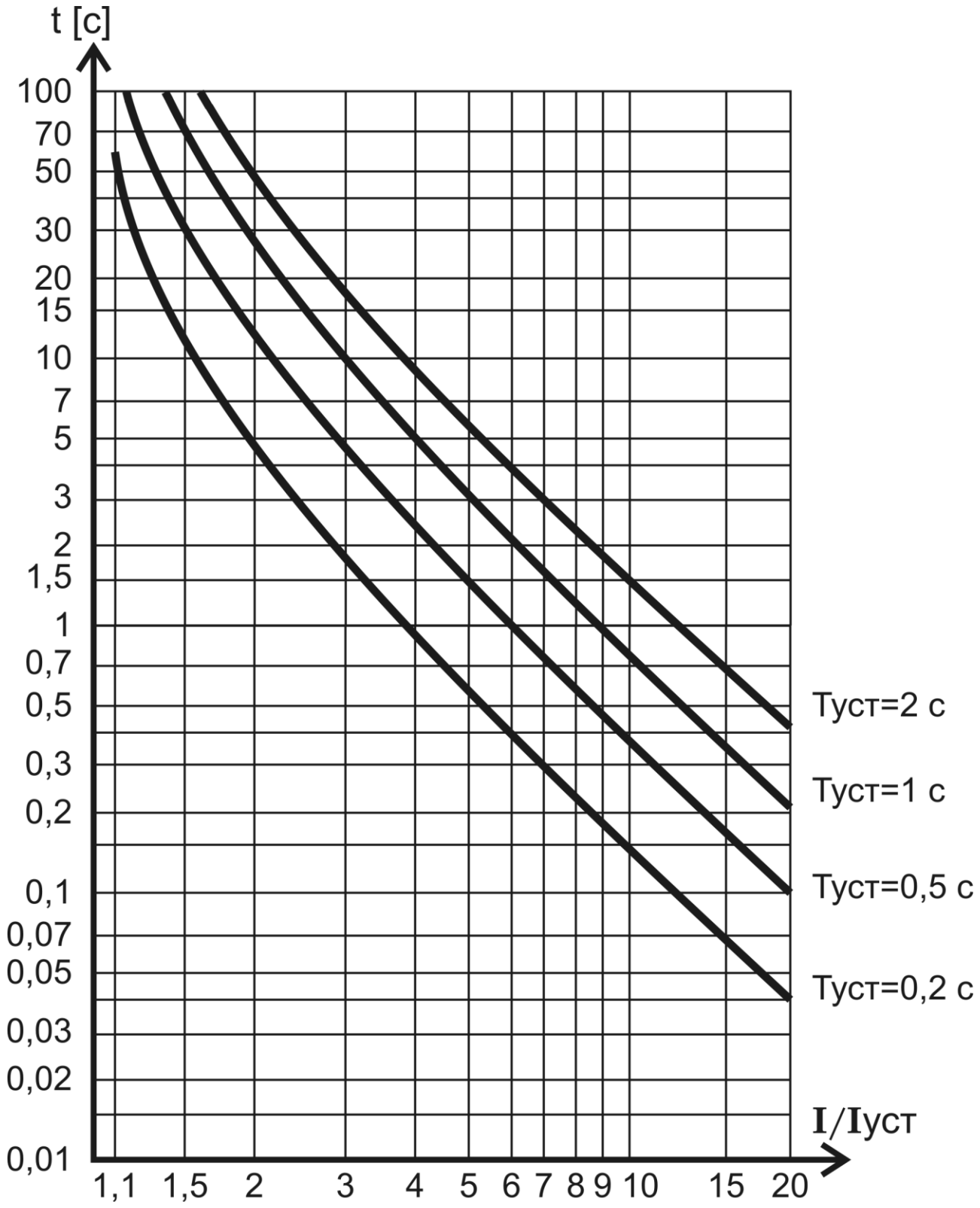


Рисунок Е.3 – Чрезвычайно инверсная характеристика по МЭК 255-4

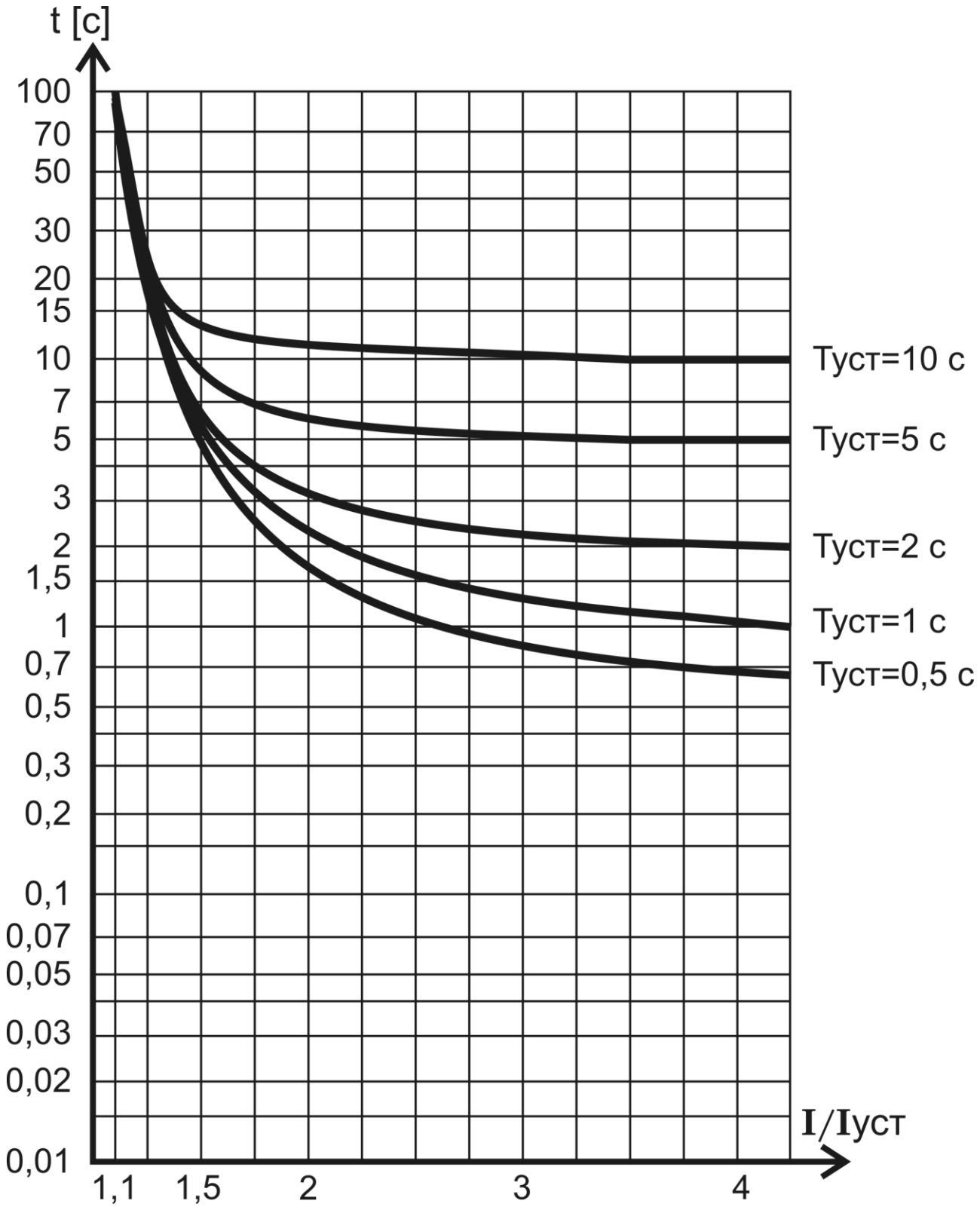


Рисунок Е.4 – Пологая характеристика (аналог РТ-80, РТВ-IV)

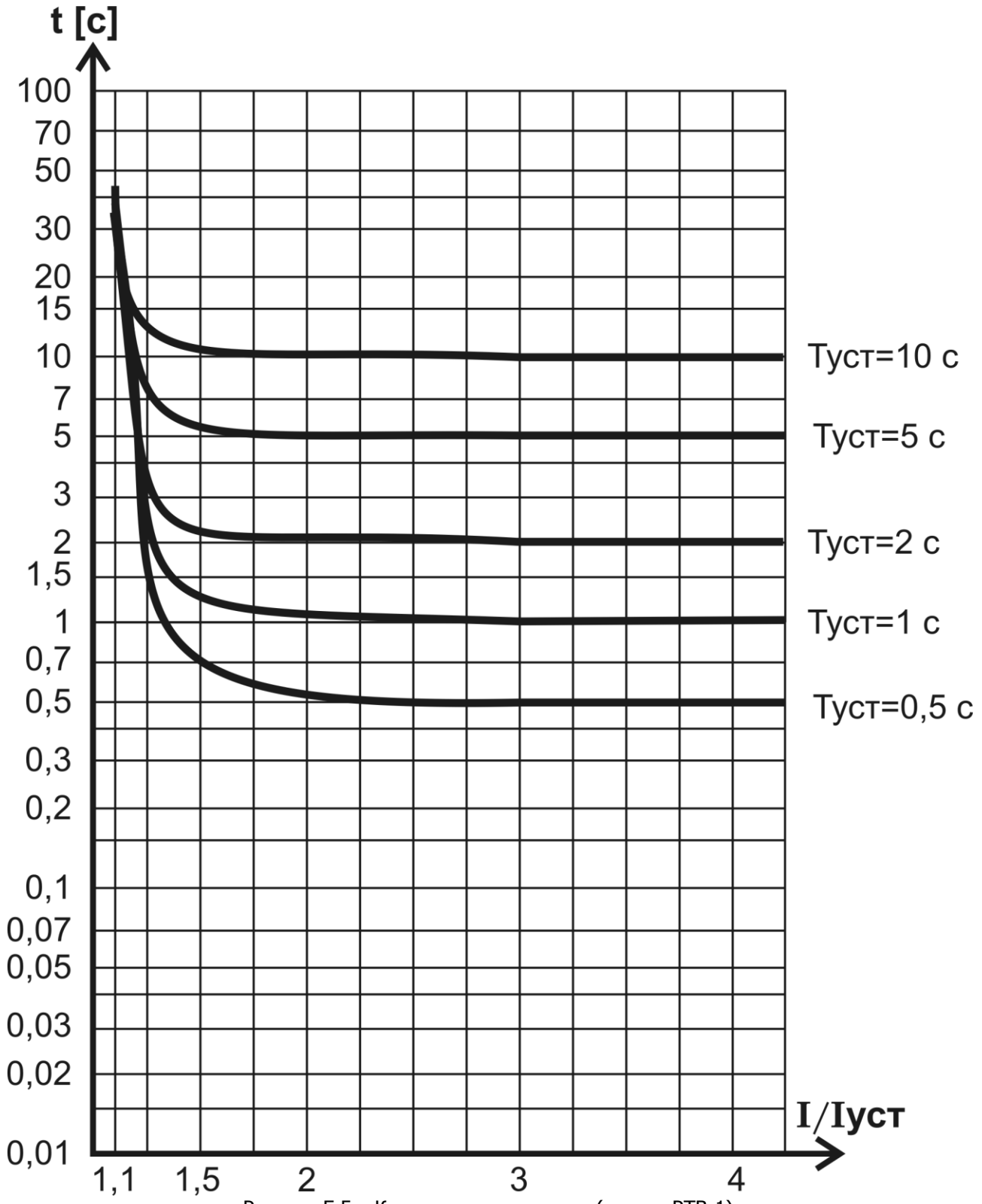


Рисунок Е.5 – Крутая характеристика (аналог РТВ-1)

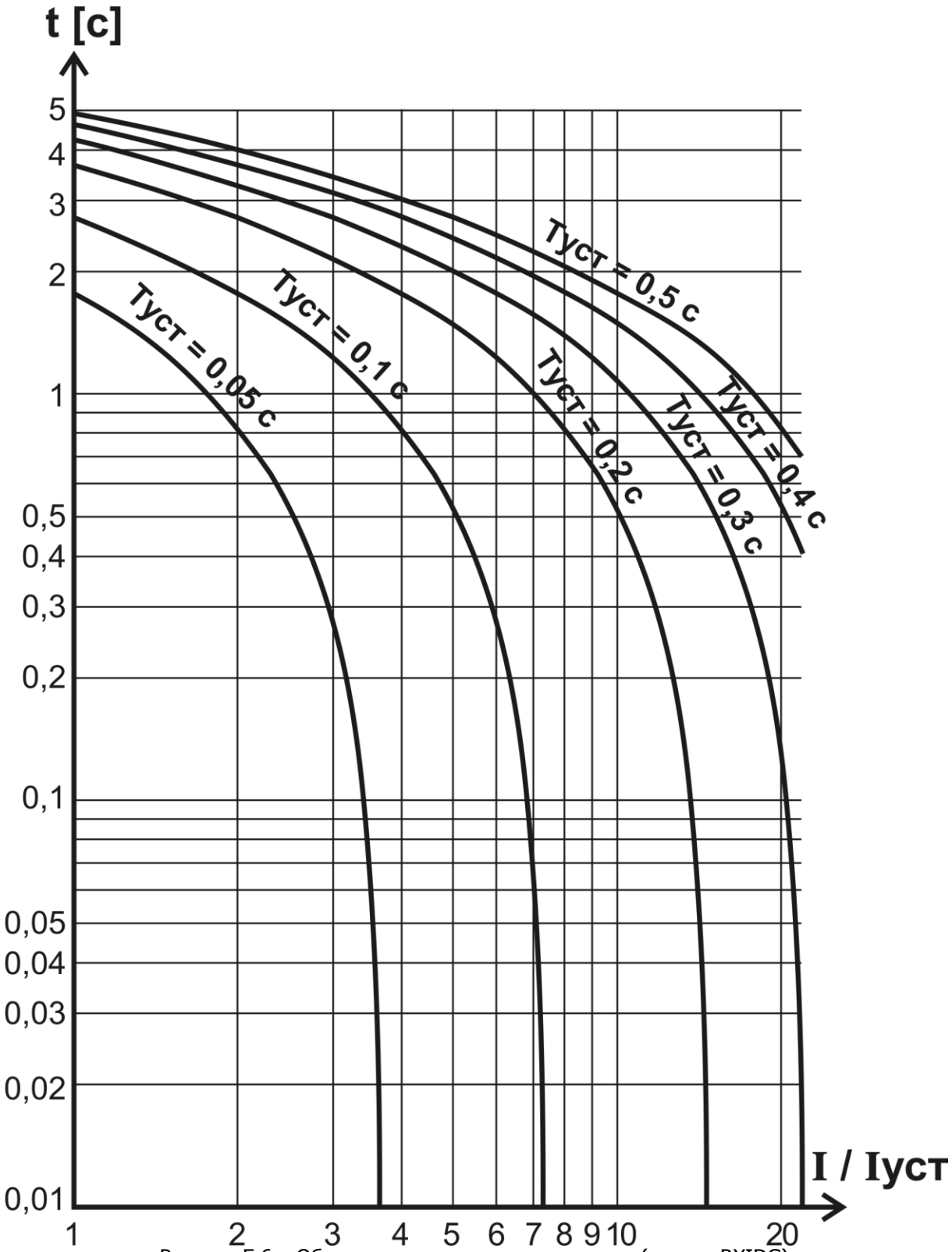


Рисунок Е.6 – Обратнозависимая характеристика (аналог RXIDG)

# ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)
Диалог устройства

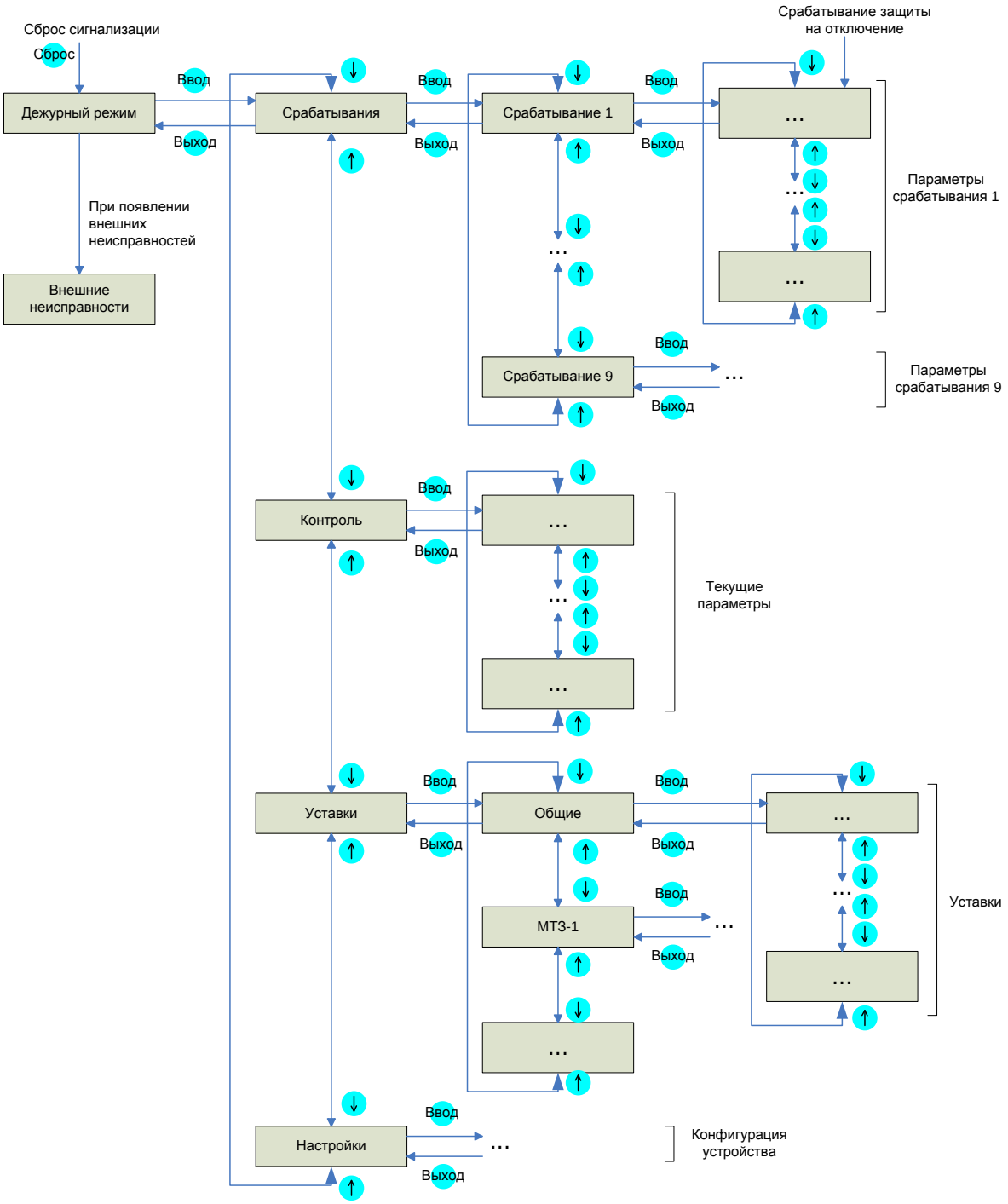


Рисунок Ж.1 – Структура диалога

Таблица Ж.1 – Подробное описание диалога устройства

| **Срабатывания** | | |
|---|---|---|
| Уровень 1 | Уровень 2 | Описание |
| Срабатывание 1 (последнее)<br>Причина<br>Дата и время | Причина отключения, вид КЗ, дата, время | |
| | $I_{MAX}$ вторичн., А<br>$I_{MAX}$ первичный, кА | |
| | $T_{ЗАЩИТЫ}$, с<br>$T_{ОТКЛЮЧЕНИЯ}$, с | |
| | $I_A$, А фаза, град.<br>$I_B$, А фаза, град.<br>$I_C$, А фаза, град. | Вторичные значения (ввод) |
| | $U_{A\ C}$, В фаза, град.<br>$U_{B\ C}$, В фаза, град.<br>$U_{C\ C}$, В фаза, град. | Вторичные значения (секция) |
| | $U_{AB\ C}$, В фаза, град.<br>$U_{BC\ C}$, В фаза, град.<br>$U_{CA\ C}$, В фаза, град. | Вторичные значения (секция) |
| | $U_{AB\ B}$, В фаза, град.<br>$U_{BC\ B}$, В фаза, град.<br>$U_{CA\ B}$, В фаза, град. | Вторичные значения (ввод) |
| | $U_1$, В<br>$I_1$, А<br>F, Гц | Вторичное значение (секция) |
| | $3U_0$, В<br>$U_2$, В<br>$I_2$, А | Вторичное значение (секция) |
| | Причина, дата и время предшествующего включения | |
| | Состояние оперативного управления | «УРОВ»,«АПВ»,«ЗМН»,«АВР»,«ЛЗШ» |
| | Вх1: 0000 0000 000<br>Вх2: 0000 0000 | Состояние дискретных входов на момент отключения (1 – активн.). См. рисунок В.1 |
| … | | |
| Срабатывание 9 (самое старое) | | |

| **Контроль** | | |
|---|---|---|
| Уровень 1 | Уровень 2 | Диапазон значений параметров |
| Текущее время<br>Текущая дата<br>F, Гц | | чч:мм:сс<br>ДД.ММ.ГГГГ<br>45,00…55,00 Гц |
| Причина включения<br>Дата, время включения | | Команда или вид защиты<br>ДД.ММ.ГГГГ чч:мм:сс |
| $I_A$, А фаза, град.<br>$I_B$, А фаза, град.<br>$I_C$, А фаза, град. | | 0…200,00 А 0…359° |
| $U_A$, В фаза, град.<br>$U_B$, В фаза, град.<br>$U_C$, В фаза, град. | | 0…200,0 В 0…359° |
| $U_{AB\ C}$, В фаза, град.<br>$U_{BC\ C}$, В фаза, град.<br>$U_{CA\ C}$, В фаза, град. | | 0…200,0 В 0…359° |
| $U_{AB\ B}$, В фаза, град.<br>$U_{BC\ B}$, В фаза, град.<br>$U_{CA\ B}$, В фаза, град. | | 0…200,0 В 0…359° |
| $U_1$, В<br>$U_2$, В<br>$3U_0$, В | | 0…200,0 В 0…359° |

*Продолжение таблицы Ж.1 на следующей странице*

| Контроль | | |
|---|---|---|
| Уровень 1 | Уровень 2 | Диапазон значений параметров |
| $I_1$, А<br>$I_2$, А | | 0…200,00 А<br>0…200,00 А |
| Расход ресурса выключателя<br>коммутационный<br>механический | | |
| Вх.1: 0000 0000 000<br>Вх.2: 0000 0000 | | Состояние дискретных входов (1 – активн.). См. рисунок В.1 |
| Тест светодиодов | | Все светодиоды мигают |
| Векторная диаграмма | $I_A$, А фаза, град.<br>$I_B$, А фаза, град.<br>$I_C$, А фаза, град. | Снимается в момент нажатия кнопки «Ввод» |
| | $U_A$, В фаза, град.<br>$U_B$, В фаза, град.<br>$U_C$, В фаза, град. | |
| | $U_{AB\ C}$, В фаза, град.<br>$U_{BC\ C}$, В фаза, град.<br>$U_{CA\ C}$, В фаза, град. | |
| | $U_{AB\ B}$, В фаза, град.<br>$U_{BC\ B}$, В фаза, град.<br>$U_{CA\ B}$, В фаза, град. | |
| Первичные значения | $I_A$, кА фаза, град.<br>$I_B$, кА фаза, град.<br>$I_C$, кА фаза, град. | |
| | $U_{A\ C}$, кВ фаза, град.<br>$U_{B\ C}$, кВ фаза, град.<br>$U_{C\ C}$, кВ фаза, град. | |
| | $U_{AB\ C}$, кВ фаза, град.<br>$U_{BC\ C}$, кВ фаза, град.<br>$U_{CA\ C}$, кВ фаза, град. | |
| | $U_{AB\ B}$, кВ фаза, град.<br>$U_{BC\ B}$, кВ фаза, град.<br>$U_{CA\ B}$, кВ фаза, град. | |
| | $U_1$, кВ<br>$U_2$, кВ<br>$3U_0$, кВ | |
| | $I_1$, кА<br>$I_2$, кА | |
| | Потребленная активная энергия *+Ea*<br>Дата время последнего сброса | 0…999999999 кВт·ч<br>ДД.ММ.ГГГГ чч:мм:сс |
| | Отданная активная энергия *–Ea*<br>Дата время последнего сброса | 0…–999999999 кВт·ч<br>ДД.ММ.ГГГГ чч:мм:сс |
| | Потребленная реактивная энергия *+Er*<br>Дата время последнего сброса | 0…999999999 кВАр·ч<br>ДД.ММ.ГГГГ чч:мм:сс |
| | Отданная реактивная энергия *–Er*<br>Дата время последнего сброса | 0… –999999999 кВАр·ч |
| | *P*, кВт<br>*Q*, кВАр | 0…±99999,9 МВт<br>0…±99999,9 МВАр |
| Осциллограф | Записано осциллограмм, шт | 0–100 |
| | Свобод. память, с | 0-56 |
| | Свобод. память, % | 0-100 |
| Информация об устройстве | ЗАО «РАДИУС Автоматика»<br>«Сириус-2-В-БПТ»<br>Заводской номер: XXXX | |
| | Версия ПО | |
| | Время и дата последнего изменения уставок | |

Продолжение таблицы Ж.1

| Настройки | | |
|---|---|---|
| Уровень 1 | Уровень 2 | Диапазон значений параметров |
| Дата | | |
| Время | | |
| Деж. подсветка | | ВКЛ / ОТКЛ |
| Осциллограф | $T_{МАКС.\ ОСЦ.}$, с | 1,00…20,00 |
| | $T_{ДОАВАРИЙН}$, с | 0,04…1,00 |
| | $T_{ПОСЛЕАВАР}$, с | 0,04…10,00 |
| | $T_{ДИСКРЕТ}$, с | 0,10…10,00 |
| | $T_{ПРОГРАММ}$, с | 0,10…10,00 |
| | Режим записи | ПЕРЕЗАП / ОСТАНОВ |
| | Авар. отключ. | ОТКЛ / ВКЛ |
| | Точка 1 | список в таблице Ж.2 |
| | Режим 1 | ПРЯМО-СЛЕД / ИНВЕР-СЛЕД / ПРЯМО-ФИКС / ИНВЕР-ФИКС |
| | … | … |
| | Точка 5 | список в таблице Ж.2 |
| | Режим 5 | ПРЯМО-СЛЕД / ИНВЕР-СЛЕД / ПРЯМО-ФИКС / ИНВЕР-ФИКС |
| Порт 1 (USB) | Адрес | 1…247 |
| | Скорость, бод | 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600 / 115200 |
| | Четность | НЕТ / ЧЕТ / НЕЧЕТ |
| | Стоп бит | 1 / 2 |
| Порт 2 (RS 485 №1) | *аналогично «Порт 1»* | |
| Порт 3 (RS 485 №2) для исполнения И1 | *аналогично «Порт 1»* | |
| Порт 3 (Ethernet) для исполнения И3 | IP адрес | XXX.XXX.XXX.XXX |
| | Маска подсети | XXX.XXX.XXX.XXX |
| | Шлюз | XXX.XXX.XXX.XXX |
| Синхронизация | Импульс | СЕКУНДА / МИНУТА / ЧАС |
| | Порт | ОТКЛ / RS485 / ОПТРОН |

| Уставки | | | |
|---|---|---|---|
| Уровень 1 | Уровень 2 | Диапазон значений параметров | Описание, п.РЭ |
| Общие | $U_{НОМ}$, кВ | 3…35 | 1.1.12 |
| | $I_{НОМ}$, А | 20…6000 | 1.1.12 |
| | Режим сигн. | Непрерывно / 1 с / 2 с / 3 с / 5 с / 10 с / 20 с | 1.2.16.3 |
| | ТТ фазы В | ЕСТЬ / НЕТ | 1.1.13 |
| | Черед.фаз | ПРЯМОЕ / ОБРАТНОЕ | 1.1.15 |
| | Цвет В/О | Красный и зеленый / Зеленый и красный | 1.1.16 |
| МТЗ-1 | Функция | ОТКЛ / ВКЛ / УСК.ОТС. | 1.2.3.2 |
| | I, А | 2,00…200,00 | 1.2.3.4 |
| | T, с | 0,00…10,00 | 1.2.3.6 |
| | Направленность | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.12.2 |
| | Ускорение | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.10.2 |
| | Пуск по U | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.11.1 |
| | АПВ | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.8 |
| | ОНМ при ускор. | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.12.5 |
| | $\varphi_{М.Ч.}$, ° | 0…360 | 1.2.3.13.3 |
| | $\varphi_{СЕКТОРА}$, ° | ±0…180 | 1.2.3.13.3 |

*Продолжение таблицы Ж.1 на следующей странице*

Продолжение таблицы Ж.1

| Уставки | | | |
|---|---|---|---|
| Уровень 1 | Уровень 2 | Диапазон значений параметров | Описание, п.РЭ |
| МТЗ-2 | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.2 |
| | I, А | 1,00…200,00 | 1.2.3.4 |
| | T, с | 0,05…20,00 | 1.2.3.6 |
| | Хар-ка | НЕЗАВ. / НОРМ. ИНВ. / СИЛЬНО ИНВ. / ЧРЕЗВ. ИНВ. / РТ-80 / РТВ-1 | 1.2.3.6.2 |
| | Направленность | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.12.2 |
| | Ускорение | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.10.2 |
| | Пуск по U | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.11.1 |
| | АПВ | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.8 |
| | ОНМ при ускор. | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.12.5 |
| | $\varphi_{м.ч.}$, ° | 0…360 | 1.2.3.13.3 |
| | $\varphi_{СЕКТОРА}$, ° | ±0…180 | 1.2.3.13.3 |
| МТЗ-3 | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.2 |
| | Действие | СИГНАЛ / ЗАЩИТА | 1.2.3.3 |
| | I, А | 0,40…100,00 | 1.2.3.4 |
| | T, с | 0,05…99,99 | 1.2.3.6 |
| | Хар-ка | НЕЗАВ. / НОРМ. ИНВ. / СИЛЬНО ИНВ. / ЧРЕЗВ. ИНВ. / РТ-80 / РТВ-1 | 1.2.3.6.2 |
| | Ускорение | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.10.2 |
| | Пуск по U | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.11.1 |
| | АПВ | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.3.8 |
| МТЗ общие | $T_{УСКОРЕНИЯ}$, с | 0,00…2,00 | 1.2.3.10.3 |
| | Пуск по U | ВМ / КОМБ | 1.2.3.11.2 |
| | $U_{ВМ\ БЛОК.}$, В | 5,0…99,9 | 1.2.3.11.2<br>1.2.14.1 |
| | $U_2$, В | 5,0…50,0 | 1.2.3.11.2 |
| ЛЗШ | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.11.4 |
| | I, А | 1,00…100,00 | 1.2.11.5 |
| | T, с | 0,10…99,99 | 1.2.11.6 |
| | Пуск МТЗ | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.11.9 |
| | Пуск по U | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.11.8 |
| | АПВ | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.11.10 |
| ЗОФ | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.5.2 |
| | Действие | СИГНАЛ / ЗАЩИТА | 1.2.5.3 |
| | $I_2/I_1$ | 0,10…1,00 | 1.2.5.4 |
| | T, с | 0,20…99,99 | 1.2.5.5 |
| | АПВ | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.5.6 |
| Защита от ОЗЗ | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.4.1 |
| | $3U_0$, В | 5,0...120,0 | 1.2.4.2 |
| | T, с | 0,00...150,00 | 1.2.4.3 |
| ЗМН | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.8.1 |
| | U, В | 5,0…99,9 | 1.2.8.2 |
| | T, с | 0,20…99,99 | 1.2.8.3 |
| | Контр.U ввода | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.8.4 |
| Дуговая защита | Контроль по I | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.13.2 |
| | I, А | 0,20…99,99 | 1.2.13.2 |
| АПВ | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.12.1 |
| | T, с | 0,20…99,99 | 1.2.12.2 |
| | Фиксация блок. | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.12.7 |
| | Несанкц.откл. | РАЗР / БЛОК | 1.2.12.4 |

*Продолжение таблицы Ж.1 на следующей странице*

Продолжение таблицы Ж.1

| **Уставки** | | | |
|---|---|---|---|
| Уровень 1 | Уровень 2 | Диапазон значений параметров | Описание, п.РЭ |
| АВР | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.6.1 |
| | Твхода | 0.20…99.99 | 1.2.6.4 |
| | АВР при 3Uo | РАЗР / БЛОК | 1.2.6.5.2 |
| | ЗОФ | РАЗР / БЛОК | 1.2.6.5.3 |
| | Ком.откл. | РАЗР / ЗАПР | 1.2.6.2 |
| | Несанкц.откл. | РАЗР / БЛОК | 1.2.6.5.4 |
| ВНР | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.7.1 |
| | Очередность | В-С / С-В | 1.2.7.6 |
| | Тсраб, с | 0.20…99.99 | 1.2.7.4 |
| | Тпаралл., с | 0.20…99.99 | 1.2.7.6 |
| УРОВ | Функция | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.10.2.3 |
| | I, А | 0,20…20,00 | 1.2.10.2.2 |
| | Т, с | 0,05…9,99 | 1.2.10.2.4 |
| | Контр.вх.по I | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.10.3.2 |

| Уровень 1 | Уровень 2 | Уровень 3 | Диапазон значений параметров | Описание, п.РЭ |
|---|---|---|---|---|
| Прогр. входы | 1 | Точка | из таблицы Ж.3 | 1.2.17.2 |
| | | Актив.уровень | «1» / «0» | 1.2.17.3 |
| | | $T_{СРАБ}$, с | 0,02…99,99 | 1.2.17.4 |
| | | $T_{ВОЗВР}$, с | 0,00…99,99 | 1.2.17.5 |
| | | УРОВ | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.17.6 |
| | | АПВ | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.17.6 |
| | | АВР | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.17.6 |
| | | Имя | 12 символов | 1.2.17.9 |
| | … | | | |
| | 8 | *аналогично Входу 1* | | |
| Прогр. реле | 1 | Точка | из таблицы Ж.2 | 1.2.18.2 |
| | | $T_{СРАБ.}$, с | 0,00…99,99 | 1.2.18.4 |
| | | $T_{ВОЗВР.}$, с | 0,00…99,99 | 1.2.18.5 |
| | | Режим | Без фиксации / С фиксацией / Импульс | 1.2.18.3 |
| | … | | | |
| | 3 | *аналогично Реле 1* | | |
| Прогр. светодиоды | 1 | Точка | из таблицы Ж.2 | 1.2.19.2 |
| | | Т, с | 0,00…99,99 | 1.2.19.3 |
| | | Режим | Без фиксации / С фиксацией | 1.2.19.4 |
| | | Мигание | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.19.5 |
| | … | | | |
| | 3 | *аналогично Светодиоду 1* | | |

| Уровень 1 | Уровень 2 | Диапазон значений параметров | Описание, п.РЭ |
|---|---|---|---|
| Неисправности ТН | Сигн.ТН секции | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.14.1 |
| | Сигн.ТН ввода | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.14.2 |
| | $U_2$, В | 5,0…99,9 | 1.2.14.5 |
| | U, В | 5.0…99.9 | 1.2.14.4 |
| | Пуск по U | Вывод МТЗ / Вывод пуска | 1.2.3.11.4 |
| | ОНМ1 | Вывод МТЗ / Вывод направленности | 1.2.3.12.3 |
| | ОНМ2 | Вывод МТЗ / Вывод направленности | 1.2.3.12.4 |
| | Контакт авт.ТН | НР / НЗ | 1.2.14.3 |

*Продолжение таблицы Ж.1 на следующей странице*

Продолжение таблицы Ж.1

| Уставки | | | |
|---|---|---|---|
| Уровень 1 | Уровень 2 | Диапазон значений параметров | Описание, п.РЭ |
| АУВ | Управление | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.9.14 |
| | $I_0$ ном, кА | 0,50..50,00 | 1.2.9.22 |
| | $T_{ВКЛ}$, с | 0,00…2,00 | 1.2.9.21 |
| | Огран.вкл. | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.9.12 |
| | Огран.откл. | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.9.13 |
| | $T_{ВКЛ.МАКС.}$, с | 0,10…99,99 | 1.2.9.12 |
| | $T_{ОТКЛ.МАКС.}$, с | 0,10…9,99 | 1.2.9.13 |
| | $T_{ГОТОВ.МАКС.}$, с | 0,10…99,99 | 1.2.9.23 |
| | Вход АвШП | НР авт / НЗ авт. / Готов / Не готов | 1.2.9.23 |
| | ТУ по ЛС | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.9.8 |
| | Квитир.ТУ | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.9.4 |
| | Разреш.ТУ | ПЕРЕКЛ / ВСЕГДА / НА ВКЛ | 1.2.9.7 |
| | ЭМО2 | ОТКЛ / ВКЛ | 1.2.9.16 |

Таблица Ж.2 – Возможные точки подключения к ФЛС

| | Точка подключения на ФЛС | Отображаемая на индикаторе надпись |
|---|---|---|
| 0 | Не подключено | Не подкл. |
| 1 | Успешное тестирование (параллельно реле «Отказ») | Работа |
| 2 | Управление по ЛС (по любому интерфейсу) | Управл.ЛС |
| 3 | Состояние входа «РПО» | РПО |
| 4 | Состояние входа «РПВ» | РПВ |
| 5 | Состояние РПВ2 | РПВ2 |
| 6 | Отключение выключателя (параллельно реле «Откл.») | Откл. |
| 7 | Включение выключателя (параллельно реле «Вкл.») | Вкл. |
| 8 | Блокировка включения выключателя | Блок.вкл |
| 9 | Блокировка управления выключателя | Блок.упр. |
| 10 | Автомат ШП (автомат шин питания отключен) | Автомат ШП |
| 11 | Срабатывание защиты | Сраб.защ. |
| 12 | Срабатывание любых токовых защит, работающих на отключение | Ток.защита |
| 13 | Блокировка ОНМ первой ступени МТЗ | Блок.ОНМ1 |
| 14 | Срабатывание ОНМ первой ступени МТЗ | ОНМ1 |
| 15 | Блокировка МТЗ-1 | Блок.МТЗ-1 |
| 16 | Пуск МТЗ-1 | Пуск МТЗ-1 |
| 17 | Срабатывание МТЗ-1 | МТЗ-1 |
| 18 | Блокировка ОНМ второй ступени МТЗ | Блок.ОНМ2 |
| 19 | Срабатывание ОНМ второй ступени МТЗ | ОНМ2 |
| 20 | Блокировка МТЗ-2 | Блок.МТЗ-2 |
| 21 | Пуск МТЗ-2 | Пуск МТЗ-2 |
| 22 | Срабатывание МТЗ-2 | МТЗ-2 |
| 23 | Блокировка МТЗ-3 | Блок.МТЗ-3 |
| 24 | Пуск МТЗ-3 | Пуск МТЗ-3 |
| 25 | Срабатывание МТЗ-3 | МТЗ-3 |
| 26 | Выполнение условий пуска по напряжению | Пуск по U |
| 27 | Пуск МТЗ-1, МТЗ-2 или МТЗ-3 (параллельно реле «Пуск МТЗ») и ЛЗШ | Пуск МТЗ |
| 28 | Вывод ЛЗШ | Вывод ЛЗШ |
| 29 | Блокировка ЛЗШ | Блок.ЛЗШ |
| 30 | Пуск ЛЗШ | Пуск ЛЗШ |
| 31 | Срабатывание ЛЗШ | ЛЗШ |
| 32 | Блокировка защиты от ОЗЗ | Блок.ОЗЗ |
| 33 | Пуск защиты от ОЗЗ | Пуск ОЗЗ |
| 34 | Срабатывание защиты от ОЗЗ | ОЗЗ |
| 35 | Блокировка ЗОФ | Блок.ЗОФ |

*продолжение таблицы Ж.2 на следующей странице*

Продолжение таблицы Ж.2

| | Точка подключения на ФЛС | Отображаемая на индикаторе надпись |
|---|---|---|
| 36 | Пуск ЗОФ | Пуск ЗОФ |
| 37 | Срабатывание ЗОФ | ЗОФ |
| 38 | Блокировка дуговой защиты | Блок.дуг.з. |
| 39 | Срабатывание дуговой защиты | Дугов.защита |
| 40 | Блокировка ЗМН | Блок.ЗМН |
| 41 | Пуск ЗМН | Пуск ЗМН |
| 42 | Срабатывание ЗМН | ЗМН |
| 43 | Блокировка УРОВ | Блок.УРОВ |
| 44 | УРОВ (сигнал отказа своего выключателя, параллельно реле «УРОВ») | УРОВ (реле) |
| 45 | Срабатывание от входа УРОВ | УРОВ (вход) |
| 46 | Блокировка АПВ | Блок.АПВ |
| 47 | Срабатывание АПВ | АПВ |
| 48 | Блокировка АВР | Блок.АВР |
| 49 | Срабатывание АВР | АВР (реле) |
| 50 | Включение вводного (своего) выключателя от ВНР | Вкл.ВВ ВНР |
| 51 | Отключение секционного выключателя от ВНР | Откл.СВ ВНР |
| 52 | Неисправность ТН секции | Неиспр. ТН |
| 53 | Наличие напряжения на секции | Контр.Uск |
| 54 | Наличие напряжения на вводе | Контр.Uвв |
| 55 | Активный сигнал на входе «Вход 1» | Вход 1 |
| 56 | Активный сигнал на входе «Вход 2» | Вход 2 |
| 57 | Активный сигнал на входе «Вход 3» | Вход 3 |
| 58 | Активный сигнал на входе «Вход 4» | Вход 4 |
| 59 | Активный сигнал на входе «Вход 5» | Вход 5 |
| 60 | Активный сигнал на входе «Вход 6» | Вход 6 |
| 61 | Активный сигнал на входе «Вход 7» | Вход 7 |
| 62 | Активный сигнал на входе «Вход 8» | Вход 8 |
| 63 | Элемент питания разряжен или отсутствует | Нет батар. |
| 64 | Нет импульса синхронизации времени | Нет синхр. |
| 65 | Аварийное отключение | Авар.откл. |
| 66 | РФК (реле фиксации команды «Включить») | РФК |
| 67 | Предупредительная сигнализация (параллельно реле «Сигнализация») | Сигнал |

Таблица Ж.3 – Возможные функции программируемых входов

| | Функция | Отображаемая на индикаторе надпись | Описание, п.РЭ |
|---|---|---|---|
| 0 | Вход не используется | Не подкл. | 1.2.17.2 |
| 1 | Внешнее отключение (аварийное) | Внеш.откл. | 1.2.17.6 |
| 2 | Внешний сигнал | Внеш.сигнал | 1.2.17.8 |
| 3 | Командное отключение | Ком.откл. | 1.2.17.7 |
| 4 | Командное включение | Ком.вкл. | 1.2.17.7 |
| 5 | Блокировка включения выключателя | Блок.вкл. | 1.2.9.20 |
| 6 | Блокировка управления | Блок.упр. | 1.2.9.19 |
| 7 | Блокировка МТЗ-1 | Блок.МТЗ-1 | 1.2.3.9 |
| 8 | Блокировка МТЗ-2 | Блок.МТЗ-2 | 1.2.3.9 |
| 9 | Блокировка МТЗ-3 | Блок.МТЗ-3 | 1.2.3.9 |
| 10 | Блокировка ОНМ МТЗ-1 | Блок.ОНМ1 | 1.2.3.12.2 |
| 11 | Блокировка ОНМ МТЗ-2 | Блок.ОНМ2 | 1.2.3.12.2 |
| 12 | Блокировка ЗОФ | Блок.ЗОФ | 1.2.5.7 |
| 13 | Блокировка защиты от ОЗЗ | Блок.ОЗЗ | 1.2.4.5 |
| 14 | Вывод ЛЗШ | Вывод ЛЗШ | 1.2.11.3 |
| 15 | Блокировка ЛЗШ | Блок.ЛЗШ | 1.2.11.3 |
| 16 | Блокировка АВР | Блок.АВР | 1.2.6.5.6 |
| 17 | Включение от АВР | Вкл.от АВР | 1.2.6.4 |
| 18 | Блокировка дуговой защиты | Блок.дуг.з. | 1.2.13.5 |
| 19 | Дуговая защита | Дуг.защита | 1.2.13.1 |
| 20 | Блокировка ЗМН | Блок.ЗМН | 1.2.8.5.3 |
| 21 | Сигнал УРОВ от других выключателей | УРОВ | 1.2.10.3.1 |
| 22 | Блокировка УРОВ | Блок.УРОВ | 1.2.10.2.6 |
| 23 | Блокировка АПВ | Блок.АПВ | 1.2.12.7 |
| 24 | Состояние РПВ2 | РПВ2 | 1.2.9.16 |

# ПРИЛОЖЕНИЕ И
(справочное)
Функциональные логические схемы (ФЛС)

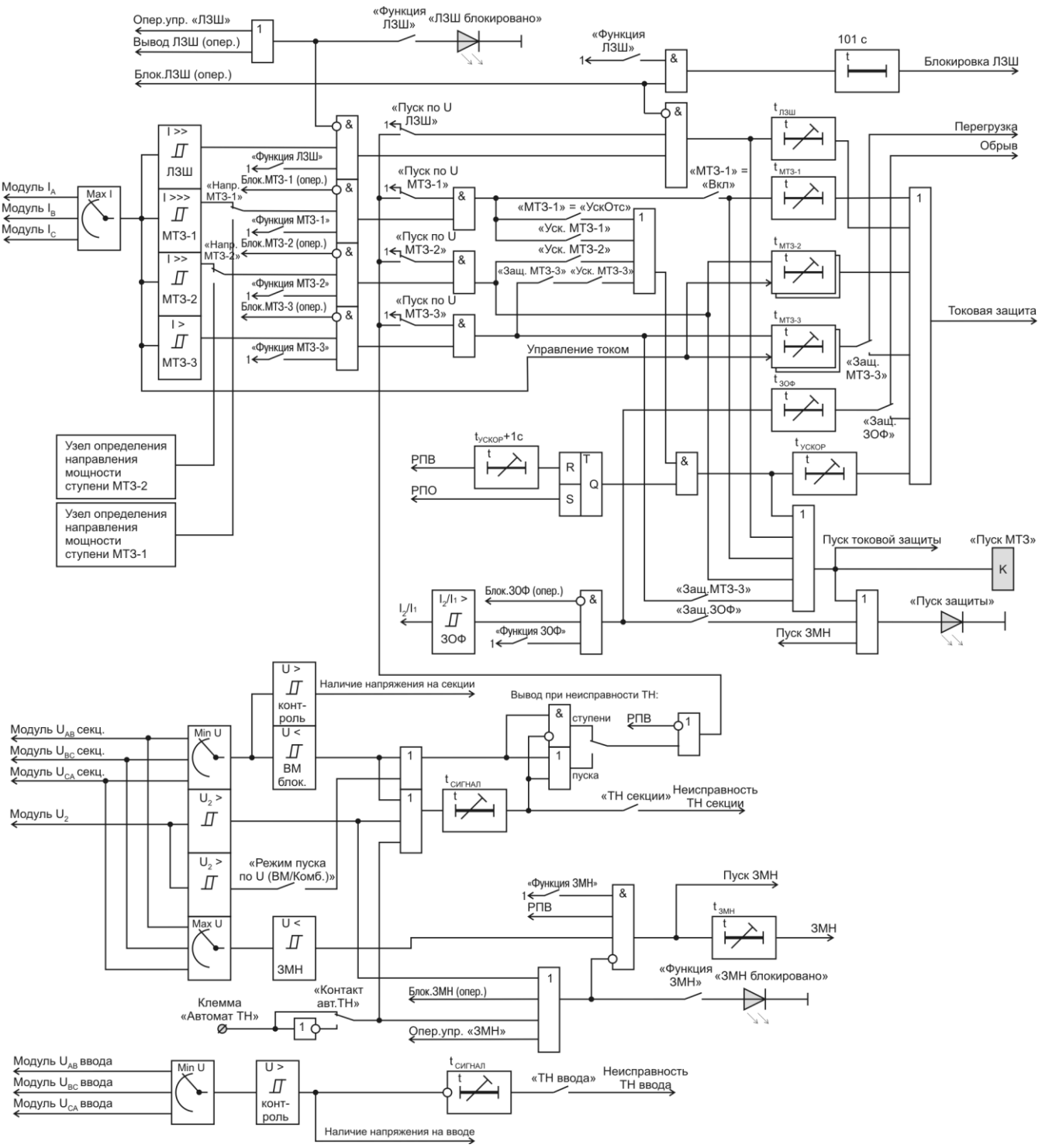


Рисунок И.1 – Токовые защиты

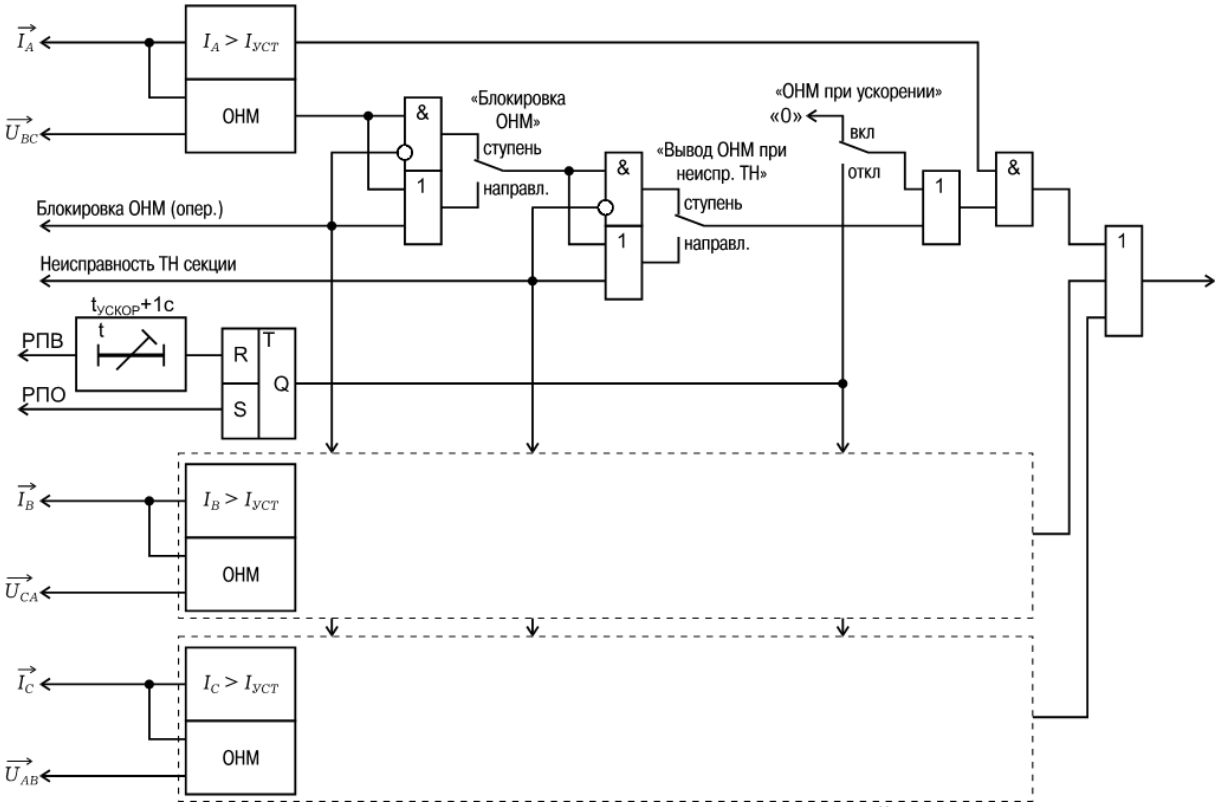


Рисунок И.2 – Реализация направленных ступеней МТЗ

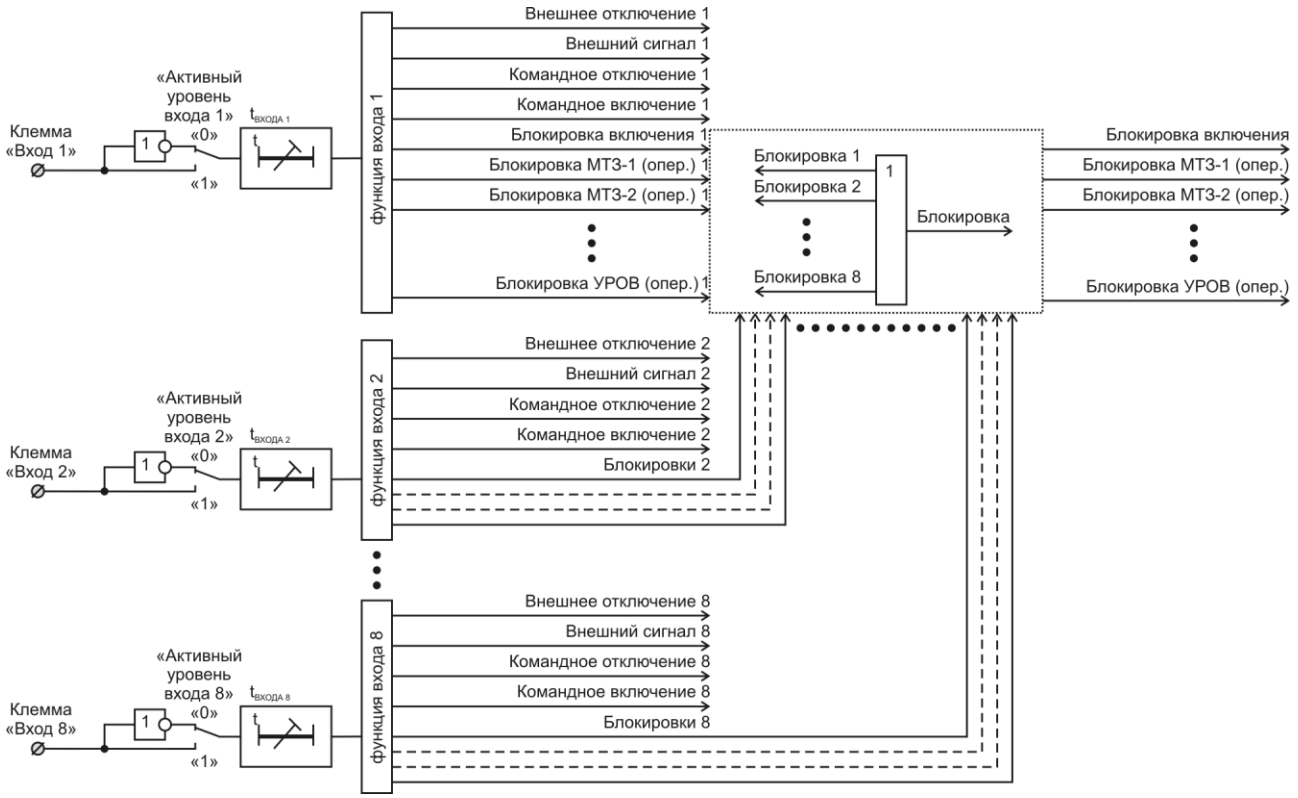


Рисунок И.3 – Программируемые входы

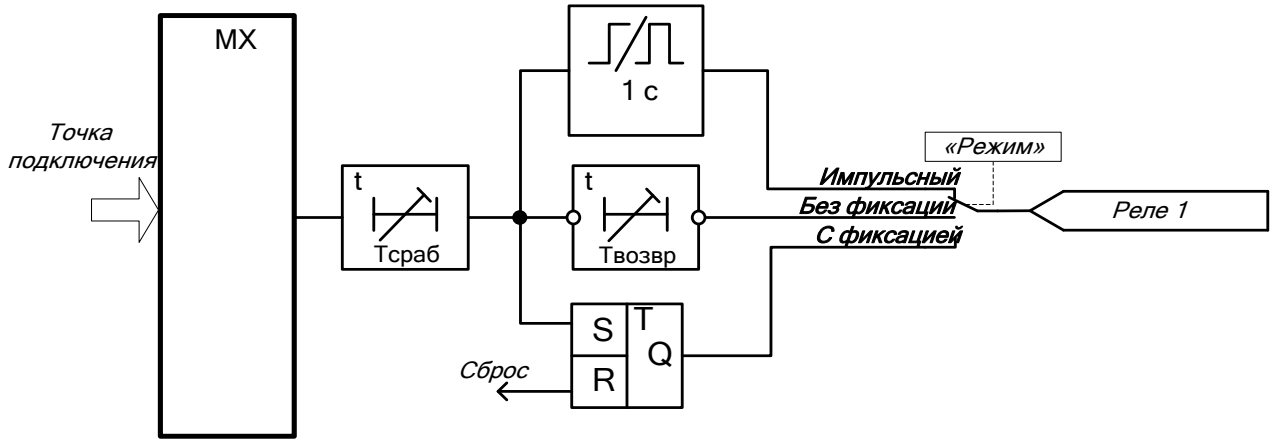


Рисунок И.4 – Фрагмент ФЛС реле с функцией, задаваемой пользователем

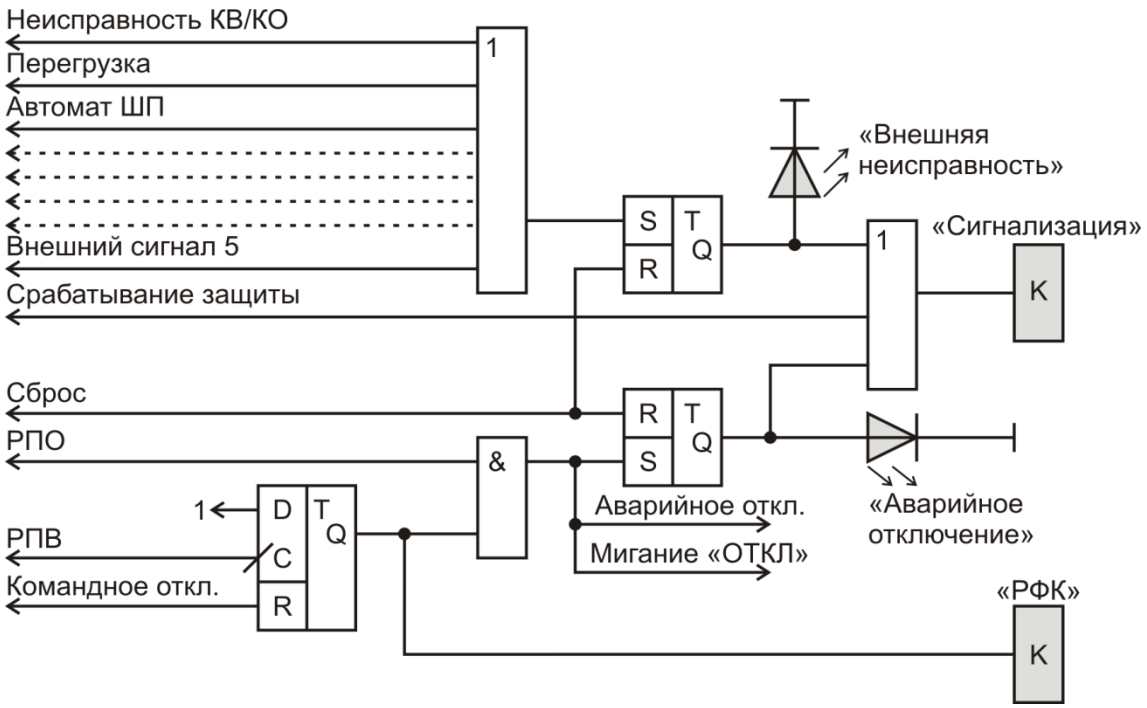


Рисунок И.5 – Аварийная и предупредительная сигнализации

# ПРИЛОЖЕНИЕ К
(справочное)

## Причины срабатывания устройства

Таблица К.1 – Причины срабатывания устройства на отключение

| № | Причина | Краткое обозначение |
|---|---|---|
| 1 | Отключение сигналом «Откл.от ключа» | Ключ |
| 2 | Отключение по команде от ЛС | Линия связи |
| 3 | Отключение сигналом «Откл. по ТУ» | ТУ |
| 4 | Несанкционированное отключение | Несанкц.откл. |
| 5 | МТЗ-1 | МТЗ-1 |
| 6 | Ускорение МТЗ-1 | Ускорение МТЗ-1 |
| 7 | МТЗ-2 | МТЗ-2 |
| 8 | Ускорение МТЗ-2 | Ускорение МТЗ-2 |
| 9 | МТЗ-3 | МТЗ-3 |
| 10 | Ускорение МТЗ-3 | Ускорение МТЗ-3 |
| 11 | ЛЗШ | ЛЗШ |
| 12 | ЗОФ | ЗОФ |
| 13 | Дуговая защита | Дуговая защита |
| 14 | Вход УРОВ | Вход УРОВ |
| 15 | ЗМН | ЗМН |
| 16 | Отключение от входа «Вход 1» | Вход 1 * |
| 17 | Отключение от входа «Вход 2» | Вход 2 * |
| 18 | Отключение от входа «Вход 3» | Вход 3 * |
| 19 | Отключение от входа «Вход 4» | Вход 4 * |
| 20 | Отключение от входа «Вход 5» | Вход 5 * |
| 21 | Отключение от входа «Вход 6» | Вход 6 * |
| 22 | Отключение от входа «Вход 7» | Вход 7 * |
| 23 | Отключение от входа «Вход 8» | Вход 8 * |

* - надпись программирует пользователь (в таблице приведено значение «по умолчанию»)

Таблица К.2 – Причины срабатывания устройства на включение

| № | Причина | Краткое обозначение |
|---|---|---|
| 1 | Включение сигналом «Вкл.от ключа» | Ключ |
| 2 | Включение по команде от ЛС | Линия связи |
| 3 | Включение сигналом «Вкл. по ТУ» | ТУ |
| 4 | Несанкционированное включение | Несанкц.вкл |
| 5 | Включение от АПВ | АПВ |
| 6 | Включение от АВР | АВР |
| 7 | Включение от ВНР | ВНР |
| 8 | Включение от входа «Вход 1» | Вход 1 * |
| 9 | Включение от входа «Вход 2» | Вход 2 * |
| 10 | Включение от входа «Вход 3» | Вход 3 * |
| 11 | Включение от входа «Вход 4» | Вход 4 * |
| 12 | Включение от входа «Вход 5» | Вход 5 * |
| 13 | Включение от входа «Вход 6» | Вход 6 * |
| 14 | Включение от входа «Вход 7» | Вход 7 * |
| 15 | Включение от входа «Вход 8» | Вход 8 * |

* - надпись программирует пользователь (в таблице приведено значение «по умолчанию»)

# ПРИЛОЖЕНИЕ Л
(справочное)

## Точки подключения регистратора событий

Таблица Л.1 – Список событий регистратора аварийных событий

| № | Описание | № | Описание |
|---|---|---|---|
| 1 | Вход «РПО» | 51 | Блокировка ЗОФ (от входа) |
| 2 | Вход «РПВ» | 52 | Пуск ЗОФ |
| 3 | РПВ2 | 53 | Срабатывание ЗОФ |
| 4 | Реле «Откл» | 54 | Блокировка дуговой защиты (от входа) |
| 5 | Вход «Отключение от ключа» | 55 | Срабатывание дуговой защиты |
| 6 | Вход «Отключение по ТУ» | 56 | Блокировка ЗМН (от входа) |
| 7 | Отключение от ЛС | 57 | Блокировка ЗМН (кн.опер.) |
| 8 | Командное отключение | 58 | Блокировка ЗМН (сводная) |
| 9 | Реле «Дешунтирование» | 59 | Пуск ЗМН |
| 10 | Реле «Вкл» | 60 | Срабатывание ЗМН |
| 11 | Включение по ЛС | 61 | Блокировка АВР (от входа) |
| 12 | Вход «Включение от ключа» | 62 | Блокировка АВР (кн.опер.) |
| 13 | Вход «Включение по ТУ» | 63 | Блокировка АВР (сводная) |
| 14 | Вход «Разрешение ТУ» | 64 | Включение от АВР (от входа) |
| 15 | Задержка отключения | 65 | Реле «Вкл.от АВР» |
| 16 | Задержка включения | 66 | Пуск ВНР |
| 17 | Вход «Автомат ШП» | 67 | Отключение СВ от ВНР |
| 18 | Нет готовности привода | 68 | Включение ВВ от ВНР |
| 19 | Блокировка управления (от входа) | 69 | Блокировка УРОВ (от входа) |
| 20 | Несанкционированное отключение | 70 | Блокировка УРОВ (кн.опер.) |
| 21 | Несанкционированное включение | 71 | Реле «УРОВ» |
| 22 | Блокировка включения (от входа) | 72 | УРОВ (вход) |
| 23 | Блокировка включения (сводный) | 73 | Блокировка АПВ (от входа) |
| 24 | Пуск защиты | 74 | Блокировка АПВ (кн.опер.) |
| 25 | Блокировка МТЗ-1 (от входа) | 75 | Блокировка АПВ (сводная) |
| 26 | Блокировка ОНМ МТЗ-1 (от входа) | 76 | Срабатывание АПВ |
| 27 | Пуск МТЗ-1 | 77 | Активный сигнал на входе «Вход 1» |
| 28 | Срабатывание МТЗ-1 | 78 | Активный сигнал на входе «Вход 2» |
| 29 | Блокировка МТЗ-2 (от входа) | 79 | Активный сигнал на входе «Вход 3» |
| 30 | Блокировка ОНМ МТЗ-2 (от входа) | 80 | Активный сигнал на входе «Вход 4» |
| 31 | Пуск МТЗ-2 | 81 | Активный сигнал на входе «Вход 5» |
| 32 | Срабатывание МТЗ-2 | 82 | Активный сигнал на входе «Вход 6» |
| 33 | Блокировка МТЗ-3 (от входа) | 83 | Активный сигнал на входе «Вход 7» |
| 34 | Пуск МТЗ-3 | 84 | Активный сигнал на входе «Вход 8» |
| 35 | Срабатывание МТЗ-3 | 85 | Реле «Реле 1» |
| 36 | Автомат ТН | 86 | Реле «Реле 2» |
| 37 | Неисправность ТН секции | 87 | Реле «Реле 3» |
| 38 | Наличие напряжения на секции | 88 | Введен пароль |
| 39 | Наличие напряжения на вводе | 89 | Уставки изменены |
| 40 | Контроль ТН по $U_2$ | 90 | Элемент питания разряжен |
| 41 | Пуск по напряжению | 91 | Нет импульса синхронизации времени |
| 42 | Реле «Пуск МТЗ» | 92 | Сбой памяти |
| 43 | Вывод ЛЗШ (от входа) | 93 | Пропадание питания |
| 44 | Блокировка ЛЗШ (от входа) | 94 | Внешняя неисправность (сводная) |
| 45 | Блокировка ЛЗШ (кн.опер.) | 95 | Аварийное отключение |
| 46 | Пуск ЛЗШ | 96 | Реле «РФК» |
| 47 | Срабатывание ЛЗШ | 97 | Вход «Сброс сигнализации» |
| 48 | Блокировка сигнализации защиты от ОЗЗ | 98 | Кнопка «Сброс» |
| 49 | Пуск защиты от ОЗЗ | 99 | Команда «Сброс сигнализации» по ЛС |
| 50 | Сигнализация защиты от ОЗЗ | 100 | Реле «Сигнализация» |